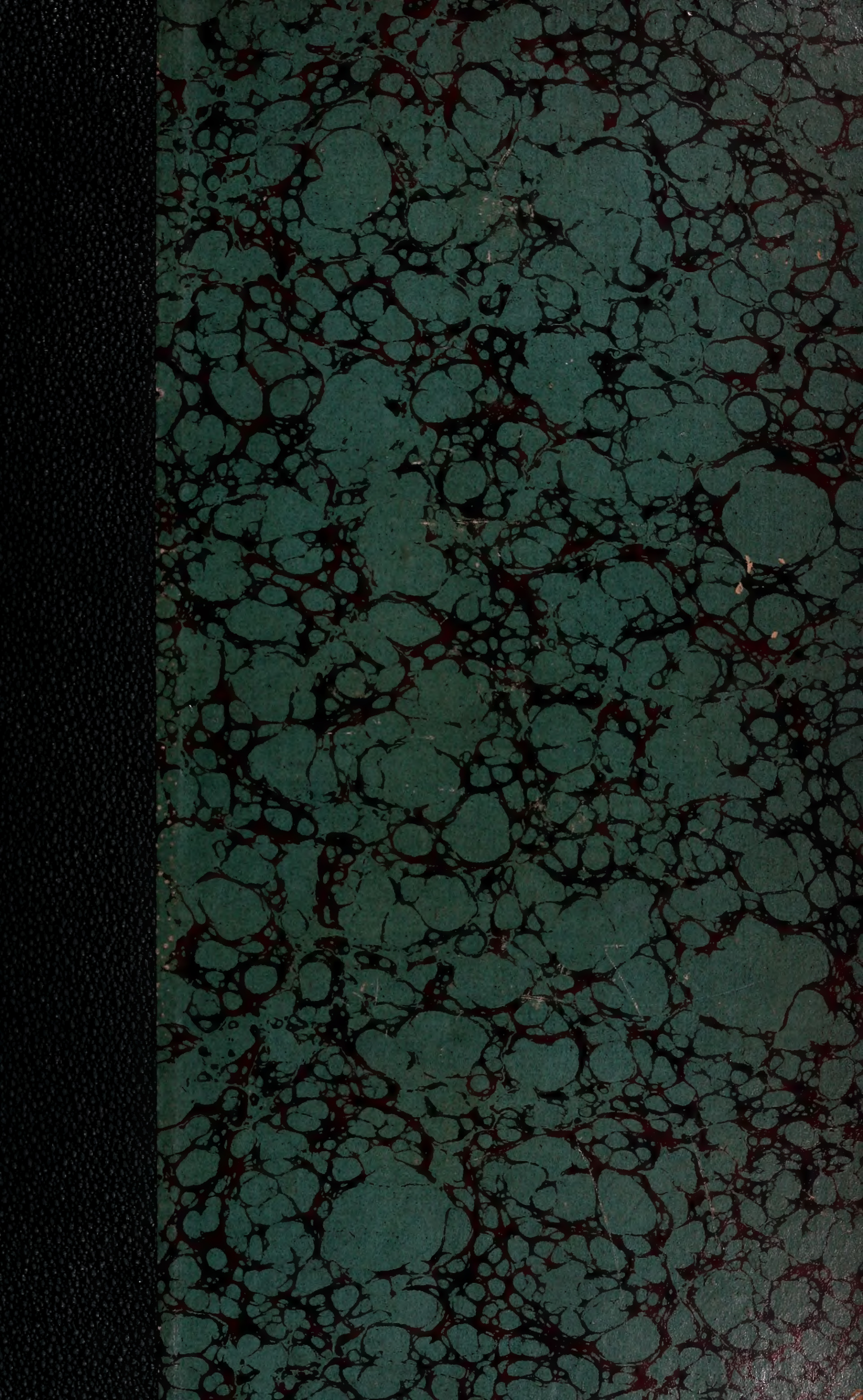
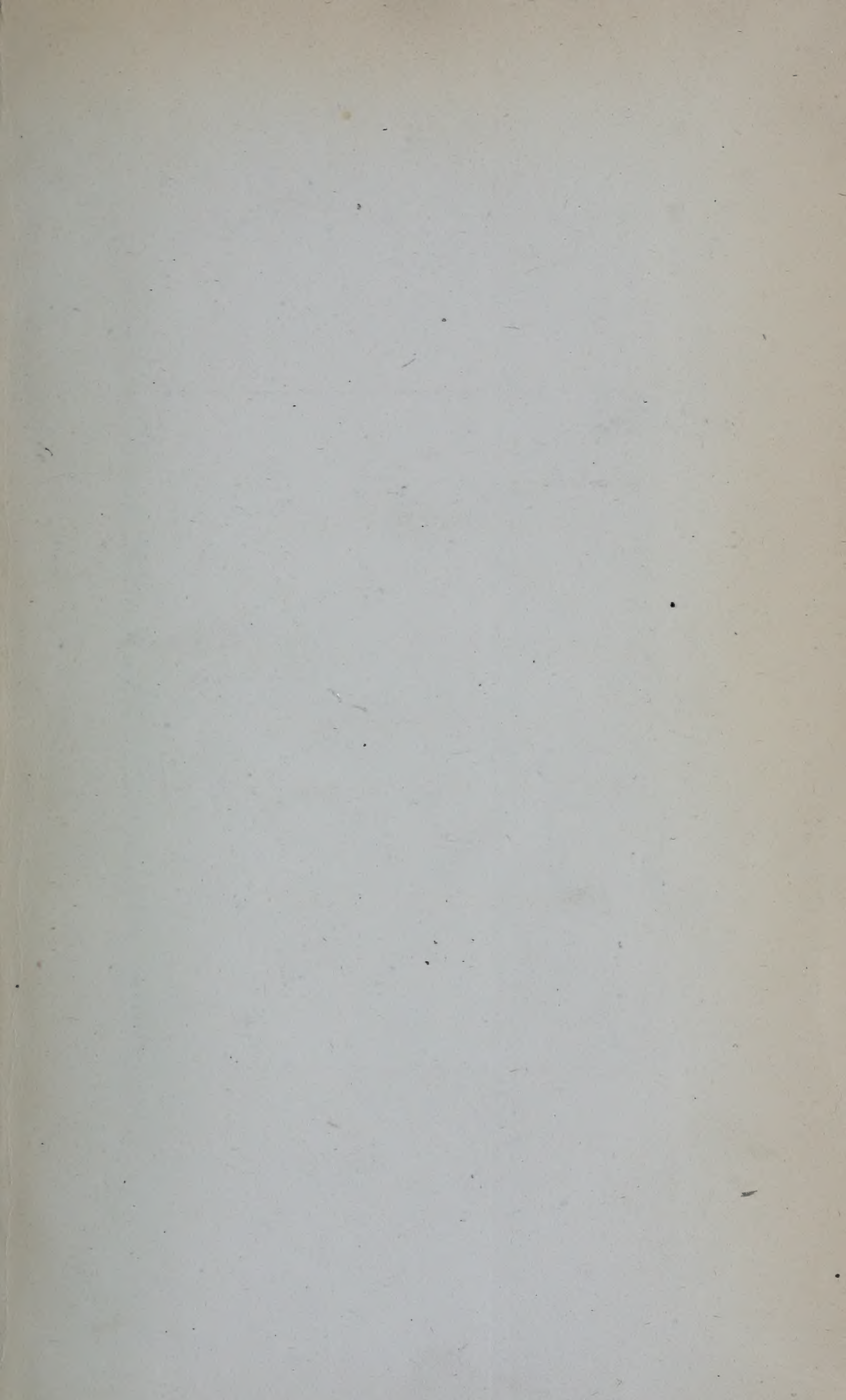
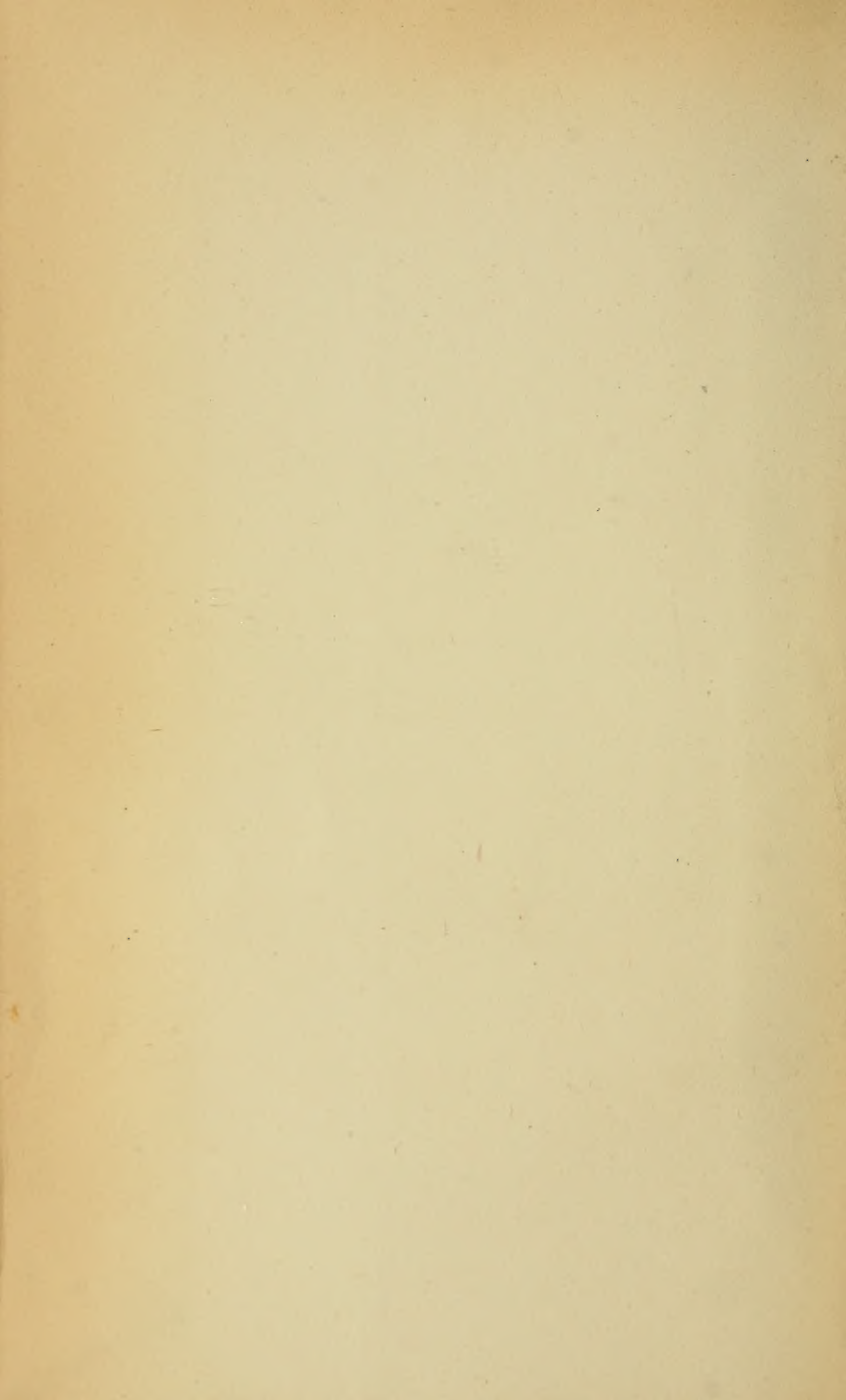






ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT,

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1869.

Mit zwanzig Kupfertafeln.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Inhaltsverzeichniss.

Berichtigungen.

Seite	Zeile			
Seite 8	Zeile 9	von oben	lies:	C. statt B.
„ 11	„ 6	„	„	Senkung statt Stellung.
„ 15	„ 15	„	„	Fussbeugung statt Fussstellung.
„ 18	„ 17	„	„	Fussbeugung statt Fussstreckung.
„ 28	„ 3	„	„	der Ausführung statt des Ausführung.
„ 285	„ 8	„ unten	„	Keber statt Weber.
„ 287	„ 1	„	„	Mikropyle statt Mykropyle.
„ 288	„ 1	„ oben	„	Vorderende statt Vorderrande.
„ 300	„ 16	„	„	S. VII. statt S. 7.
„ 302	„ 2	„	„	niedern statt andern.
„ 303	„ 7	„	„	S. V. statt S. 5.
„ 303	„ 12	„	„	früher statt später.
„ 305	„ 8	„	„	Gegengründe statt Gegenstände.

Ueber die Kniebeugung in dem abstossenden Beine und über die Pendelung des schwingenden Beines im gewöhnlichen Gange.

(Elfter Beitrag zur Mechanik des menschlichen Knochengerüstes.)

Von

Hermann Meyer,
Professor in Zürich.

(Hierzu Tafel I.)

In der bekannten Arbeit der Brüder Weber über die Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge wird dem in einem Schritte hinteren Beine eine stossende Thätigkeit für den Zweck der Vorwärtsbewegung zugesprochen und es wird diese darin gefunden, dass in diesem Beine zuerst eine Streckbewegung im Kniegelenke und dann eine solche [1]) im Fussgelenke ausgeführt werde, oder auch darin, dass diese beiden Bewegungen gleichzeitig zu Stande kommen. — Dass eine Verlängerung des hinteren Beines für Ausführung der Gehbewegung nothwendig ist, ist keinem Zweifel unterworfen, und ebenso wenig, dass diese in der bezeichneten Weise zu Stande kommen kann. — Eine andere Frage ist es dagegen, ob die von den Brüdern Weber geschilderte Action des hinteren Beines in dem gewöhnlichen Gange auch ausgeführt zu werden pflegt;

---

1) Unter Streckung des Fusses verstehe ich hier und in dem Folgenden stets die Vergrösserung des Winkels zwischen Fussrücken und Vorderseite des Unterschenkels.

und diese Frage ist um so mehr gerechtfertigt als die genannten Forscher sich die Untersnchung des gewöhnlichen Ganges als Hauptziel gesteckt haben. — Die Beobachtung von Individuen, welche ungezwungen gehen, lässt uns nun aber eine solche allgemeine Streckung des Beines niemals erkennen, sondern wir finden im Gegentheil die Action des hinteren Beines der Art, dass in demselben eine Kniebeugung wahrgenommen wird, verbunden mit einer Erhebung der Ferse über den Boden; und diese Action ist so ganz allgemein, dass sich die Meinung aufdrängen muss, es sei dieselbe in dem Mechanismus der unteren Extremität sehr wohl begründet. Ich stelle mir deshalb in dem Folgenden die Aufgabe die Gründe zu ermitteln, welche zu der vorzugsweisen Anwendung der bezeichneten Action der Beinarticulationen in dem gewöhnlichen Gange führen müssen.

Gehen wir für diese Untersuchung von derjenigen Stellung aus, welche unmittelbar vor der Ablösung des nach hinten gerichteten Beines wahrgenommen wird; sie sei „Schrittstellung“ benannt. Dieselbe besitzt im Allgemeinen folgende Gestaltung:

> das hintere Bein ist in seiner Gesammtheit nach hinten gestellt und berührt mit dem Metatarsusköpfchen der grossen Zehe den Boden; — das vordere Bein steht als Ganzes mehr oder weniger senkrecht und ist dabei in sich in einem beliebigen Grade gebeugt; — der Rumpf ist als Ganzes senkrecht auf die Hüftaxe gestellt; — die Schwerlinie falle, grösserer Einfachheit wegen, bereits in das Knöchelgelenk des vorderen (ruhenden) Fusses, und zwar aus dem Hüftgelenke.

Wie verhält sich in dieser Stellung das in dem Rumpfe eingeschlossene Knochengerüst?

Ich habe bereits bei früherer Gelegenheit[1]) gezeigt, dass wir

1) Die Beckenneigung. — Dieses Archiv 1861. S. 137 ff.

in jeder ruhenden aufrechten Stellung uns in dem Maximum der Streckung zwischen dem Becken und dem Femur befinden, und dass demnach in der aufrecht stehenden Haltung eine Rückwärtsbewegung des Femur in dem Hüftgelenke nicht mehr möglich ist. Die Erfahrung spricht zwar scheinbar dagegen indem wir in jeder aufrechten Stellung unter Beibehaltung der aufrechten Haltung des Rumpfes im Stande sind ein Bein rückwärts zu stellen. Diese Bewegung ist indessen keine einfache, am wenigsten eine solche in dem Hüftgelenke des bewegten Beines. Sie kommt vielmehr, wenn beispielsweise das rechte Bein das nach hinten gesetzte ist, durch eine Beugebewegung im linken Hüftgelenke zu Stande. Diese Bewegung neigt das ganze Becken nach vorne und damit wird das durch Muskelaction in der rechten Hüfte festgehaltene rechte Bein nach hinten aufgehoben und die Wirbelsäule nach vorne gesenkt; — die letztere Wirkung der bezeichneten Beugebewegung bedingt nun aber eine wesentliche Störung der aufrechten Haltung des Rumpfes und diese letztere muss sodann durch eine Haltungscorrection wieder hergestellt werden, welche in einer starken Einknickung der Lendenwirbelsäule besteht. — Beide Bewegungen (Hüftbeugung und Lendenwirbeleinknickung) geschehen indessen, wenn man das Bein nach hinten aufhebt, gleichzeitig, indem der m. sacrolumbalis für sich allein schon im Stande ist, beide auszuführen, indem er das Kreuzbein hebt und die Brustwirbelsäule hinabzieht.

In der Schrittstellung haben wir aber nun eine solche Hebung des Beines nach hinten, nur dass das nach hinten gehobene Bein mit der Fussspitze noch den Boden berührt, weil das vordere ruhende Bein durch Beugungen verkürzt ist. In der Schrittstellung ist daher auch mit Nothwendigkeit das Becken mehr nach vorne geneigt und zwar wird der Grad, um welchen diese Neigung diejenige des aufrechten Stehens übertrifft, direct durch das Maass der Rückwärtsstellung des Beines bestimmt. Wenn z. B. das Bein, welches sonst eine Neigung gegen den Boden von ungefähr 83° hat, in der Rückwärtsstellung nur 73° Neigung gegen den Boden besitzt, so befindet sich die Conjugata, diesem entsprechend, in einer

Neigung von c. 70° statt der gewöhnlichen Neigung von c. 60°.[1])

Es ist auffallend, dass den Brüdern Weber bei der ausgezeichneten Genauigkeit, mit welcher sie alle bei dem Schritt sich geltend machenden Verhältnisse geprüft haben, diese Thatsache entgangen ist. Sämmtliche Figuren ihrer Tafeln 15 und 16 haben deshalb für gewisse Stellungen eine viel zu geringe Beckenneigung; besser ist dieses Verhältniss in den Tafeln 13 und 14 aufgefasst, in welchen eine steilere Beckenneigung in den Zeichnungen sich findet. Indessen ist doch auch in diesen Zeichnungen, wie auch in denjenigen der Tafeln 15 und 16, die Beckenneigung insofern nicht richtig dargestellt, als sie für einen jeden Theil des Schrittes dieselbe ist, während sie doch in den Figuren 12, 13, 14 auf Tafel 13 um etwa 10° geringer sein sollte als in den Figuren 4, 5, 6, 7 derselben Tafel. Auf diesen Punkt habe ich indessen später noch einmal zurückzukommen. — So ist auch in der verbesserten Albinus'schen Skeletzeichnung die Beckenneigung noch nicht die richtige; denn sie ist nur in die Neigung des aufrechten Stehens corrigirt und sollte, da das linke Bein in Schrittstellung um etwa 8° rückwärts gestellt ist, noch um weitere 8° verändert sein, so dass sie von derjenigen auf der ursprünglichen Albinus'schen Zeichnung nicht nur um 21°, sondern um 29° abwiche.

Wenn nun in der Schrittstellung, entsprechend der Rückwärtsstellung des einen Beines, eine stärkere Neigung des Beckens nach vorn vorhanden ist, so muss, wenn dabei der Rumpf in seiner Gesammtheit eine aufrechte Stellung haben soll, zugleich eine Haltungscorrection durch Einknickung in der Lendenwirbelsäule gegeben sein, und durch diese muss eine beliebige den Rumpf nach seiner Länge durchziehende Linie um eben so viele Grade rückwärts geführt worden sein, als die Conjugata nach vorwärts und das Femur nach rückwärts geführt war.

---

1) Vgl hierüber die Fig. 14 meines Schriftchens über die wechselnde Lage des Schwerpunktes

In der oben geschilderten Schrittstellung, bei welcher der vordere Fuss bereits die Schwerlinie aufgenommen hat und der hintere Fuss noch mit dem Boden in Berührung ist, ist daher stets eine steilere Beckenneigung und eine entsprechende corrigirende Lendeneinknickung vorhanden.

Wie weit nun eine solche Lendeneinknickung im Stande ist, bei der Rückwärtsstellung eines Beines die Haltung des Rumpfes in die Senkrechte zu corrigiren, muss sich aus den Bewegungsmöglichkeiten der Wirbelsäule überhaupt ableiten lassen. Für den vorliegenden Zweck wird diese am einfachsten durch eine gerade Linie bestimmt, welche man durch die Wirbelsäule (mit Ausschluss der nur die Haltung des Kopfes bestimmenden Halswirbelsäule) legt und deren Neigung man in den verschiedenen Stellungen der Wirbelsäule bestimmt Ich lege eine solche Linie von dem untersten Halswirbel zum Promontorium, genauer: von der Mitte des vorderen Randes der oberen Fläche des siebenten Halswirbels zu der Mitte des vorderen Randes der oberen Fläche des ersten Kreuzbeinwirbels. Ich finde nun, dass diese Linie in der von mir construirten Wirbelsäule des aufrechten Stehens[1]) eine Neigung nach hinten um 8° gegen die Senkrechte besitzt, wobei der dadurch gebildete Winkel nach oben offen ist. — Ziehe ich nun dieselbe Linie in den von mir gefundenen extremen Rückwärts- und Vorwärtslagen der Wirbelsäule,[2]) so finde ich, dass auf dem feststehenden Kreuzbeine als Mittelpunkt die durch diese Linie bezeichnete Bewegungsmöglichkeit der Wirbelsäule in der Richtung der Mittelebene im Ganzen 64° beträgt; und von diesen liegen 38° vor und 26° hinter der in der aufrechten Stellung gegebenen Haltung. — Wenn nun an den Rumpf die Anforderung einer aufrechten Haltung im Allgemeinen gestellt wird, so ist damit eine solche Haltung gemeint, bei welcher die bezeichnete Linie dieselbe Neigung gegen den Horizont (oder

---

1) Vgl. Horner, über die normale Krümmung der Wirbelsäule. Dieses Archiv 1854. S. 478 ff. — und mein Schriftchen über die wechselnde Lage des Schwerpunktes.

2) Vgl. beide oben genannten Arbeiten.

gegen die Senkrechte) besitzt, wie in der aufrechten Stellung. Aus den eben gemachten Angaben ist dann ferner zu ersehen, dass die Möglichkeit zu einer solchen aufrechten Haltung bei sehr verschiedenen Neigungen des Beckens möglich ist, indem die angegebene Bewegungsmöglichkeit der Wirbelsäule im Stande ist, die durch die veränderte Beckenneigung gestörte aufrechte Haltung der Wirbelsäule zu corrigiren, und zwar kann, wie aus obigen Zahlenangaben zu erkennen, eine Rückwärtsneigung des Beckens um 38° und eine Vorwärtsneigung desselben um 26° noch durch entsprechende Bewegung der Wirbelsäule zu aufrechter Haltung des Rumpfes corrigirt werden. Weiter geht aber die Correctionsmöglichkeit nicht, und jede weitere Rückwärts- oder Vorwärtsneigung des Beckens muss dann nothwendig mit entsprechender Rückwärts- oder Vorwärtsneigung des ganzen Rumpfes verbunden sein. — Es ist übrigens wohl nicht nöthig noch besonders darauf aufmerksam zu machen, dass die eben gegebenen Zahlen, ebenso wie die Angabe der Neigung des Femur um 7° gegen die Senkrechte im aufrechten Stehen, nur individuelle Bedeutung haben. Da sie aber an einem wohlgebauten Individuum wirklich gefunden sind, so können sie für die folgende Untersuchung ohne Weiteres als allgemein gültig angenommen werden, indem die zu gewinnenden Sätze doch dieselben bleiben müssen und auf alle Individuen anwendbar sein werden, wenn auch die benutzten Zahlwerthe nicht für alle ganz zutreffend sind.

In dem Früheren ist nun aber bereits der Satz gefunden, dass die Neigung des Beckens in der Schrittstellung unmittelbar abhängig ist von der Neigung des Femur in dem nach hinten gestellten Beine, und deshalb lässt sich ein Theil des eben gefundenen Gesetzes mit besonderer Beziehung auf den Schritt auch auf die Haltung des Femur direct anwenden und würde dann lauten:

> bei einer Schrittstellung, in welcher das hintere Femur um 26° mehr gegen den Horizont geneigt ist, als in der aufrechten Stellung, ist noch durch das Maximum der Rückwärtsbeugung der Wirbelsäule eine Correction zu aufrechter Haltung des Rumpfes möglich:

— und dieses ist somit die äusserste Gränze der Correctionsmöglichkeit.

Besitzt in der aufrechten Stellung das Femur eine Neigung mit seinem oberen Ende nach vorn um 83° gegen den Horizont oder um 7° gegen die Senkrechte, so ist demnach die Gränze der Correctionsmöglichkeit erreicht, wenn in der Schrittstellung das hintere Femur eine Neigung gegen den Horizont von 57° besitzt oder gegen die Senkrechte eine solche von 33°.

Die Neigung des nach hinten gestellten Femur muss in der Weber'schen Schrittstellung sich stets innerhalb zweier scharf gezeichneten Gränzen befinden, welche durch das Verhalten des Fusses und des Fussgelenkes bedingt sind.

Ich nehme der Einfachheit wegen an, es befinde sich in dieser Schrittstellung die Hüftaxe ohne Theilnahme einer horizontalen Componente [1]) senkrecht über dem Fussgelenke (d. h. der Knöchelaxe) des vorderen Beines und suche dann durch Construction den Winkel zu bestimmen, welchen dabei das nach hinten gerichtete Femur gegen die Senkrechte bildet. Für diese Construction führe ich das Bein auf seine einfachsten mathematischen Verhältnisse zurück, indem die einzelnen Knochen durch gerade Linien dargestellt sind, welche die Drehpunkte beziehungsweise die punktförmigen Profilansichten der Drehaxen der einzelnen Gelenke unter einander verbinden. Es ist dieselbe Methode, welche ich bereits in meinem Aufsatze über die Individualitäten des Ganges mit Erfolg angewendet habe, und welche seitdem mehrfach Nachahmung gefunden hat.

Um dabei einen möglichst grossen Kreis von Individualitäten zu berücksichtigen, stelle ich drei in Bezug auf die Schrittlänge verschiedene Schrittstellungen neben einander, nämlich:

---

1) Vgl. die Individualitäten des aufrechten Ganges. Dieses Archiv 1853. S. 548 ff.

A: Schritt mit 1 Fusslänge Zwischenraum zwischen den Fussspuren
B: „ „ 1½ „ „ „ „
C: „ „ 2 „ „ „ „

Die mit B bezeichnete Schrittgrösse entspricht am Meisten derjenigen, welche man gewöhnlich angewendet sieht und stimmt auch mit der schon im Alterthume angenommenen Länge von 5 Fuss für den Doppelschritt. — A ist also ein kurzer Schritt und B ein langer.[1])

Die beiden oben bezeichneten Neigungsgränzen des hinteren Femur sind in Folgendem gegeben:

1. Die stärkste Neigung (kleinsten Winkel gegen den Horizont) zeigt das Femur, wenn das im Knie gestreckte Bein ohne Hebung des Fusses (also mit Beugung im Fussgelenk) nach vorn gelehnt ist.
2. Die geringste Neigung (grössten Winkel gegen den Horizont) zeigt das Femur dann, wenn mit der Streckung im Kniegelenk noch möglichste Streckung im Fussgelenke verbunden ist, so dass der hintere Fuss demnach von dem Boden erhoben nur noch mit dem Metatarsusköpfchen der grossen Zehe (und den Zehen überhaupt) aufgestützt ist,

Die Messungen an den in dem angegebenen Sinne ausgeführten Constructionen (vgl. Fig. 1 und Fig. 2) zeigen nun, dass der Winkel des nach hinten gerichteten Femur für die 6 im Sinne der Weber'schen Auffassung entworfenen Schrittstellungen beträgt:

	für Stellung I.	für Stellung II.
1 schuhiger Schritt	25° (18°)	20° (13°)
1½ „ „	32° (25°)	26° (19°)
2 „ „	40° (33°)	32° (25°)

Die in Klammern beigefügten Zahlen zeigen die Differenz der Femurneigung in der betreffenden Schrittstellung gegen die Neigung im aufrechten Stehen, welche für sich schon etwa 7°

1) Der Kürze wegen will ich für diese Schrittlängen in dem Folgenden die Bezeichnungen: einschuhiger, anderthalbschuhiger, zweischuhiger Schritt gebrauchen.

beträgt. Diese Differenz ist dann diejenige Grösse, welche durch die Lendeneinknickung der Wirbelsäule zu corrigiren ist. — Die Correctionsmöglichkeit ist in dem Früheren auf c. 26° angesetzt worden und der Vergleich dieses Werthes mit den oben zusammengestellten Werthen lässt leicht erkennen, dass bei Ansprüchen an eine aufrechte Haltung in der Schrittstellung die Correctionsarbeit in der Lendenwirbelsäule eine sehr beträchtliche sein muss, und dass sie für die Stellung I in dem zweischuhigen Schritt auch in dem Maximum ihrer Ausführung noch um 7° zu gering, demnach ungenügend ist, die aufrechte Haltung herzustellen; und doch sind für die Stellung II die Verhältnisse noch sehr günstig gewählt, indem die Fusstreckung sehr beträchtlich angenommen ist, nämlich in einem Winkel von 140° zwischen der Axe des Unterschenkels und der Axe des vorderen Theiles des Fusses. Die Annahme dieses Winkels ist durch den folgenden Umstand bedingt worden: Um ein genau anzugebendes Verhältniss zur Grundlage zu gewinnen habe ich für die Stellung II in dem einschuhigen Schritt eine solche Streckstellung in dem hinteren Beine gewählt, bei welcher das vordere Bein in Streckung ganz senkrecht gestellt ist, so dass also Hüftaxe, Knieaxe und Knöchelaxe dieses Beines in eine Senkrechte fallen; das hintere im Knie gestreckte Bein musste dabei eine Streckstellung im Fussgelenke annehmen, welche durch den bezeichneten Winkel von 140° angegeben wird; — und diesen Winkel der Fussstreckung behielt ich dann der Uebereinstimmug wegen auch für die beiden anderen Schrittgrössen bei.

Dass bei einer solchen Gestaltung des hinteren Beines, in welcher das Kniegelenk gebeugt und das Fussgelenk gestreckt ist, das Femur einen kleineren Winkel gegen die Senkrechte bildet, ist ohne weiteren Beweis deutlich. Indessen erschien es doch nöthig, die übrigen damit verbundenen Verhältnisse ebenfalls durch das Hülfsmittel der Construction zu untersuchen. Ich behielt dabei, um den Einfluss der Kniebeugung möglichst rein darzustellen, für dass Fussgelenk den

oben schon bezeichneten Streckungswinkel von 140° bei, und hatte nun zuerst zu fragen, wie klein der Winkel des Femur gegen die Senkrechte werden könne. Es liess sich leicht finden, dass es für alle drei Schrittlängen möglich ist, mit diesem Streckungswinkel des Fussgelenkes und einem entsprechenden Beugungswinkel des Kniegelenkes dem Femur des hinteren Beines eine vollständig senkrechte Lage zu geben, so dass seine Axe demnach in der Seitenansicht vollständig mit der senkrechten Linie zusammenfällt, welche Knöchelaxe und Hüftaxe des vorderen Beines verbindet.

In einer auf solche Weise durch die bezeichnete gegenseitige Lage der Theile des hinteren Beines erzielten Schrittstellung kann demnach der Winkel des hinteren Femur gegen die Senkrechte gleich Null werden. Jedenfalls also kann er die Grösse von 7° haben, welche dieselbe ist, wie im aufrechten Stehen. Ist nun aber das hintere Bein in der Schrittstellung in solcher Weise gestellt, dann ist für die Erzielung einer aufrechten Haltung des Rumpfes gar keine Correction nothwendig; und es ist somit einleuchtend, dass ein Hauptvortheil dieser Form des Schrittes gerade in dieser geringen Neigung des Femur bestehe, indem dabei die Arbeit der Wirbelsäule ohne Beeinträchtigung der aufrechten Haltung im Gang sehr wesentlich vermindert wird und sogar ganz umgangen werden kann, wenn die Kniebeugung wirklich bis zu dem Grade von 7° Neigung des Femur gegen die Senkrechte getrieben wird. Wie viel Kniebeugung hierfür nöthig ist, lehrt die Construction (vgl. Fig. 3), indem sie nachweist, dass bei 140° Fusswinkel der Kniewinkel des hinteren Beines beträgt:

für den 1 schuhigen Schritt 157°
" " $1^1/_2$ " " 145°
" " 2 " " 131°.

Es ist noch von Interesse, das Verhalten der verschiedenen besprochenen Schrittstellungen zu einem anderen beim Gange zu berücksichtigenden Punkte zu vergleichen, nämlich zu der **Hebung und Senkung während des Gehens.**

Sehen wir die Höhe der Hüftaxe über dem Boden bei senkrechter Stellung des gestreckten Beines, während die ganze Fusssohle auf dem Boden ruht, als Nullpunkt an; und bezeichnen wir die eben besprochene Schrittstellung mit Kniebeugung und Fussstreckung in dem hinteren Beine mit III, so ist die Stellung der Hüftaxe (vgl. Fig. 1, 2, 3)

	f. d. Stell. I,	f. d. Stell. II.	f. d. Stell. III,
f. d. 1 schuh. Schritt	9 Cm	0 Cm	0 Cm
„ „ 1½ „ „	14,5 „	3,5 „	5,5 „
„ „ 2 „ „	22 „	8 „	14 „

Diese Zahlen zeigen, dass auch in Bezug auf die Höheschwankungen bei dem Gange die Schrittstellung mit Kniebeugung im hinteren Beine nicht ungünstig ist, indem selbst in dem besprochenen äussersten Grade derselben die Senkung nicht erheblich mehr beträgt als in der Stellung, welche in äusserster Anwendung des Weber'schen Principes die höchste Lage der Hüftaxe gestattet.

Das bisher Entwickelte hat darüber belehrt, dass die geläufige Art der Action des hinteren Beines bei dem Schritt der von den Brüdern Weber aufgestellten Norm gegenüber den Vortheil gewährt, die mitwirkende Thätigkeit der Wirbelsäule zu beschränken, und damit eine Erleichterung der Muskelarbeit bei dem Gange zu gewähren, ohne die Länge des Schrittes zu beschränken und ohne zu beträchtliche Höheschwankungen zu veranlassen.

Hierin ist schon ein genügender Beweggrund für die Bevorzugung dieser Art des Ganges gegeben. Berücksichtigen wir aber nicht nur wie in dem bisherigen, die vollendete Schrittstellung, sondern auch das Zustandekommen derselben, so ergiebt sich aus der Art, wie die beim Schritte in dem hinteren Beine thätigen Muskeln wirken, auch noch unverkennbar, dass die besprochene Action des hinteren Beines auch schon für sich als die naturgemässere anzusehen ist.

Untersuchen wir zuerst, in welcher Weise die in dem Weber'schen Schema verlangte gleichzeitige Knie- und Fuss-

streckung zu Stande kommt, so werden wir in Bezug auf die Kniestreckung keine Schwierigkeit finden, indem wir diese leicht als durch die bekannte Kniestreckergruppe des m. cruralis mit den beiden m. vasti und dem m. rectus femoris ausgeführt erkennen. Ein Anderes ist es dagegen mit der Fussstreckung, diese letztere Thätigkeit ist nämlich an zwei Gruppen von Muskeln übertragen, welche in sehr verschiedener Weise wirken. — Die eine Gruppe umfasst die Wadenmuskeln (m. gastrocnemii und plantaris), diese wirken direct auf die Fussstreckung hin und arbeiten somit einer gleichzeitigen Kniestreckung entgegen; — die kniebeugende Wirkung dieser Muskeln wird um so leichter sich geltend machen müssen, als bei Feststellung des Fusses auf dem Boden die Fussstreckung nur dadurch erreicht werden kann, dass die Schwere des Rumpfes gehoben wird, wobei diese einen Hebelarm besitzt, der sich zu demjenigen der genannten Muskeln ungefähr verhält wie 2 : 3. Soll also die fussstreckende Wirkung dieser Muskeln ohne die kniebeugende Complication hervortreten, so muss die letztere durch die Thätigkeit der Kniestrecker aufgehoben werden, und wenn die letzteren die Aufgabe haben, gleichzeitig eine Kniestreckung auszuführen, so wird ein Theil ihrer Kraft durch den eben bezeichneten Antagonismus vernichtet werden müssen. — Die zweite Gruppe sind die hinter den Knöcheln hindurchgehenden langen Muskeln (m. tibialis posterior, m. peronaeus longus und brevis, m. flexor digitorum communis longus und m. flexor hallucis longus), diese Muskeln wirken bei fixirter Fussspitze durch Seitendruck von hinten her hebend auf das Fussgelenk und somit streckend auf den Fuss, aber sie wirken zugleich rückwärts ziehend auf den Unterschenkel und arbeiten somit der beabsichtigten Vorwärtsbewegung des ganzen Beines entgegen. — Der m. soleus, in vielfacher Beziehung zur ersten Gruppe gehörig, schliesst sich in dem vorliegenden Falle in Bezug auf die unwillkommene Nebenwirkung an die zweite Gruppe an. Eine Rückwärtsbewegung des Unterschenkels kann nur vermieden werden, wenn die Schwerlinie des Körpers schon vor dem Metatarsusköpfchen der grossen Zehe herunter fällt und damit die Fallbewegung um letzteres schon eingeleitet ist.

Es mischen sich deswegen in die gleichzeitige Ausführung der Streckbewegung des Kniees und derjenigen des Fusses so viele störende Elemente ein, dass diese Bewegungen nur mühsam zu Stande gebracht werden können; und es kann sich auch Jeder leicht durch den Versuch überzeugen, dass er die verlangte Stellung des hinteren Beines mit gestrecktem Kniegelenk und gestrecktem Fussgelenk nur dann sicher und ohne Mühe erreichen kann, wenn er den alten militärischen Ordonnanzschritt ausführt, d. h. wenn er mit erhobenem vorderen Beine sich auf dem in Kniestreckung befindlichen hinteren Beine durch Fussstreckung erhebt und dann in dieser Haltung eine Fallbewegung um das Metatarsusköpfchen der grossen Zehe des letzteren Beines ausführt. Behanntlich kommt aber dieser Schritt nirgends vor als auf dem Exercirplatze, und ist gegenwärtig selbst von diesem verbannt; und sollte er auch wirklich häufiger Anwendung finden, so würde er nur einer Modification des gravitätischen Ganges Entstehung geben und keinesweges einer Art des gewöhnlichen Ganges. Das Zustandekommen des gewöhnlichen Ganges ist aber der Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Wenn ich nun diesen Muskelthätigkeiten diejenigen entgegen stellen soll, welche bei Fussstreckung mit Kniebeugung ausgeführt werden, so habe ich zuerst zu untersuchen, welcher Art eigentlich diese Bewegung ist; denn man würde sehr Unrecht haben, wenn man die Kniebeugung als ein Förderungsmittel der Vorwärtsbewegung ansehen wollte. Die Kniebeugung für sich würde im Gegentheile nur eine Rückwärtsbewegung des Rumpfes erzielen. Diejenige Bewegung, welche bei dieser Action des hinteren Beines hauptsächlich vorwärts befördert, ist vielmehr das Umfallen um das Metatarsusköpfchen der grossen Zehe; und was charakteristisch ist für die in Rede stehende Bewegung, das ist, dass an diesem Umfallen nur der Unterschenkel und der Fuss betheiligt sind, während der Oberschenkel mit dem Rumpfe gemeinschaftlich den vorwärtsgetragenen Theil darstellt. Es ist also das bekannte Schema für die Fallbewegung, welche einen Theil des Ganges ausmacht, nur fällt nicht, wie jenes Schema sagt, der Rumpf in

dem durch das ganze Bein als Radius bestimmten Bogen, sondern es fällt der Rumpf mit dem Oberschenkel in dem Bogen, welche durch Unterschenkel und Fuss als Radius bestimmt wird. Die Fussstreckung ist dabei sogar nicht einmal wesentlich, sondern sie ist nur ein unterstützendes und beförderndes Moment. Das steifste Schema der zu untersuchenden Action des abstossenden (hinteren) Beines ist daher: Starrheit im Hüftgelenk, Starrheit im Fussgelenk und Umfallen des Unterschenkels um das Metatarsusköpfchen der grossen Zehe, wobei die Abknickung zwischen Rumpf und Oberschenkel einerseits und Unterschenkel und Fuss andererseits im Kniegelenke geschieht. Die Kniebeugung erscheint deshalb ebenfalls als ein mehr Secundäres.

Wenn nun aber die Fussstreckung nicht als ein wesentliches Element erscheint und die Kniebeugung als ein Secundäres, d. h. als eine Bewegung auf welche eine Muskelaction nicht nothwendig direct einzuwirken braucht, so muss der Ausgangspunkt dieser Bewegung des Beines an einem anderen Orte gesucht werden und wir finden ihn in den folgenden Verhältnissen: Wir haben in allen besprochenen Schrittstellungen denjenigen Augenblick des Schrittes zur Untersuchung gewählt, in welchem die Hüftaxe senkrecht über der Knöchelaxe des vorderen Beines liegt und haben für diesen Augenblick die Gestalt des hinteren Beines kennen zu lernen gesucht und im Widerspruche gegen die Weber'sche Meinung dieses nicht in allen seinen Theilen gestreckt gefunden, sondern im Knie gebeugt. Wenn wir nun verstehen wollen, wie diese Gestaltung zu Stande kommt, so müssen wir das in der besprochenen Schrittstellung nach vorn gestellte Bein in denjenigen Bewegungen verfolgen, welche es ausführt, bis es in der folgenden Schrittstellung zum hinteren Beine geworden ist. — In dem Augenblicke des Schrittes, den wir bisher als Schrittstellung aufgefasst haben, ist der Schwerpunkt durch den vorderen Fuss allein unterstützt; der hintere Fuss kann nun vom Boden gelöst werden, um seine Pendelung nach vorn auszuführen, und das vordere Bein hat dann während dessen die Aufgabe, den Schwerpunkt bis über das Metatarsusköpfchen der grossen Zehe

hinaus nach vorn zu führen; der Schwerpunkt erhält dadurch diejenige Bewegung, welche ich als „Hauptbogen“ bezeichnet habe.[1]) Diese Bewegung könnte geschehen durch eine Fussbewegung oder durch eine active (d. h. eine durch die Kniestrecker ausgeführte) Kniestreckung. Wie auch diese beiden Thätigkeiten dabei gelegentlich mitwirken mögen, und z. B. beim Bergsteigen auch wirklich mitzuwirken pflegen, so geschieht die bezeichnete Bewegung doch hauptsächlich durch die Muskeln des Hüftgelenkes, insbesondere den m. glutaeus maximus und die m. adductores. In dem Augenblicke nämlich, in welchem der hintere Fuss den Boden verlässt, liegt das Becken in einer der Lage des hinteren Femur entsprechenden Neigung auf dem Schenkelkopfe des vorderen Beines und es muss dann während der Ausführung des Hauptbogens das Becken wieder aufgerichtet und zu dem ruhenden (vorderen Beine in extreme Streckstellung gebracht werden. Es ist nun von Interesse zu sehen, dass die Ausführung dieser Streckung schon für sich im Stande ist, den Schwerpunkt in sogleich auszuführender Weise in dem Hauptbogen nach vorn zu führen. Die beiden genannten Muskeln (die Adductoren als eine Einheit angesehen) sind bekanntlich zwischen dem Femur und dem hinteren Theile des Beckens angeordnet; dass dieser Satz auf den m. glutaeus maximus passt, bedarf keiner Ausführung; aber auch für die Adductoren ist er in der geneigten Lage des Beckens, von welcher wir hier auszugehen haben, richtig, indem in dieser Lage die Hauptanheftung der Adductoren an dem os ischii entschieden hinter dem Femur gelegen ist. Wenn nun diese Muskeln wirken, so werden sie den hinteren Theil des Beckens (Kreuzbein und Sitzbein) nach vorn ziehen und damit den vorderen Theil des Beckens (Hüftbein) heben, sie werden also das ganze Hüftbein aufrichten. Das punctum fixum für diese Bewegung muss das Femur sein; um in dieser Weise zu dienen, müsste aber das Femur fixirt sein; es ist jedoch nicht fixirt und wird deshalb nach rückwärts gezogen.

1) Vgl. die Individualitäten des aufrechten Ganges. — Dieses Archiv 1853. S. 548 ff.

dieser Zug nach rückwärts tritt aber, wegen der Fixirung des unteren Endes der Tibia an dem auf dem Boden stehenden Fusse, als Kniestreckung in die Erscheinung; in dieser Kniestreckung weicht allerdings das Knie etwas rückwärts, der Hauptsache nach wird aber durch dieselbe das obere Ende des Femur und mit ihm das Becken und der Rumpf nach vorwärts bewegt (vgl. Fig. 5, b u. c.). Hiermit nun ist die Ausführung des Hauptbogens gegeben. Ist dieser dann so weit geführt, dass die Schwerlinie das Metatarsusköpfchen der grossen Zehe überschreitet, dann tritt die Fallbewegung (vorderer Ergänzungsbogen) ein. Da nun aber vorher schon Femur und Becken gegenseitig in extreme Streckstellung gebracht und dadurch in eine feste Einheit verwandelt sind, so müssen diese beiden Theile zusammen als Ganzes fallen und wenn dabei eine möglichst aufrechte Haltung bewahrt bleiben soll, so muss sich das Femur gegen die umfallende Tibia einknicken, d. h. es muss eine Kniebeugung entstehen und dieses geschieht leicht und nothwendig, wenn, wie es in der Stellung gerade vor der Fallbewegung der Fall ist, die Schwerlinie hinter der Knieaxe herunterfällt. Es liesse sich darüber reden, ob die besprochene Kniebeugung, wie soeben ausgesprochen, ganz allein durch die Fallbewegung verbunden mit der Schwerewirkung des Körpers zu Stande kommen könne, oder ob eine besonders darauf gerichtete Muskelaction hierfür nothwendig ist; diese Frage wird aber für's Erste unnöthig, weil es sich zeigt, dass in Wirklichkeit eine Muskelwirkung dazu mithilft. Ausser den schon besprochenen Muskeln (m. glutaeus maximus und Adductoren) wirken nämlich als wichtige Aufrichter des Beckens noch die langen am Becken (tuber ischii) entspringenden Kniebeuger. Der Hebelarm dieser Muskeln ist an dem geneigten Becken etwa doppelt so gross als an der Tibia; die Entfernung des tuber ischii von dem Hüftmittelpunkte beträgt nämlich c. 80 Mm., während die Anheftungsstelle des m. biceps femoris etwa 45 Mm. und diejenige des m. semimembranosus etwa 40 Mm. von der hinteren Drehaxe des Kniees entfernt sind. Wirken nun diese Muskeln in der Aufrichtung des Beckens mit, so wird demnach zunächst ihre Wirkung auf

dieses hervortreten, wenn aber in dem aufgerichteten Becken das tuber ischii nach vorn geschoben und der Hebelarm dieser Muskeln an dem Becken damit verkleinert ist, und wenn zugleich wegen Erreichung der extremen Streckstellung im Hüftgelenke weitere Bewegung in diesem nicht mehr möglich ist, dann wird die Einwirkung dieser Muskeln auf die Tibia in Gestalt einer Kniebeugung hervortreten. Dieser Augenblick ist aber gerade der vorher besprochene, in welchem die Aufrichtung des Beckens vollendet ist und die Fallbewegung beginnt. Es gesellt sich demnach eine active Kniebeugung zu der Fallbewegung und hilft die aufrechte Haltung bewahren. Es ist von Interesse für diese Processe, dass sowohl der m. glutaeus maximus als die Adductoren noch eine direct streckende Wirkung auf das Knie haben können, indem sie in bekannter Weise mit den m. vasti eng verbunden sind, und bei dem m. glutaeus maximus tritt diese kniestreckende Wirkung noch viel entschiedener hervor durch seine Anheftung gemeinschaftlich mit dem m. tensor fasciae latae an der vorderen Seite des condylus externus tibiae. Diese Verhältnisse der genannten Muskeln müssen einerseits die Streckung des Knies während der Ausführung des Hauptbogens direct unterstützen und andererseits die kniebeugende Wirkung der langen Kniebeuger während der Aufrichtung des Beckens antagonistisch aufheben, so dass sie erst nach vollendeter Aufrichtung des Beckens in die Erscheinung treten kann.

Es bleibt nun noch das Verhältniss der Fussstreckung zu dem Zustandekommen der fraglichen Action des hinteren Beines zu untersuchen. — Wenn es wirklich der Fall ist, dass in dieser Action die Fallbewegung um das Metatarsusköpfchen die Hauptsache ist, so wird, wie auch oben bereits angedeutet, die Fussstreckung keinesweges als ein nothwendiges Element derselben erscheinen und man überzeugt sich auch leicht durch die Construction (vgl. Fig. 4), dass eine Schrittstellung mit einem günstigen Neigungswinkel des hinteren Femur gegen die Senkrechte (in der Zeichnung 15°) in gleicher Weise zu Stande kommen kann, ob der Beugungswinkel des Fusses derselbe bleibt, wie er im Augenblicke des Eintrittes der Fall-

bewegung war (in der Zeichnung 100°), oder ob er grösser (120°) oder kleiner (80°) wird. Der wichtigste Unterschied zwischen den drei hierdurch zur Vergleichung kommenden Stellungen ist in der Höhe des Hüftgelenkes über dem Boden zu finden; je mehr Streckung im Fussgelenk ausgeführt wird, um so höher muss das Hüftgelenk über dem Boden bleiben und so sehen wir denn auch bei Mitwirkung einer Fussstreckung um 20° das Hüftgelenk durch die Fallbewegung von 97 Cm. nur auf 91,5 Cm. über dem Boden sinken, während es bei einer Fussbeugung um 20° auf 80 Cm. sinkt, und bei gleichbleibendem Fussbeugungswinkel auf 87 Cm. — Die Fussstreckung erscheint demnach zwar nicht als ein Nothwendiges, aber sie zeigt doch schon hierdurch den Vortheil, dass durch sie die Höheschwankung im Gang geringer wird; findet statt ihrer eine Fussstellung statt, so entsteht der „knickbeinige“ Gang mit sehr beträchtlichen Höheschwankungen, Die Ausführung der Fusssbeugung gewährt aber auch noch andere Vortheile. Während die Vermehrung der Fussbeugung nur durch die Schwerewirkung des Körpers zu Stande kommt und deshalb der durch dieselbe charakterisirte „knickbeinige“ Gang Aeusserung allgemeiner Schwäche zu sein pflegt, so ist dagegen die Fussstreckung das Ergebniss von Muskelwirkungen. Welche Muskeln hierbei zusammenwirken, ist in früherem schon besprochen; auch ist dort schon eine Unterscheidung in zwei Gruppen unter diesen Muskeln gemacht worden. Ich berücksichtige für's Erste nur die m. gastrocnemii mit dem m. plantaris. Bekanntlich wirken diese Muskeln streckend auf den Fuss; ihr Ursprung an dem Femur giebt ihnen aber auch zugleich eine beugende Einwirkung auf das Kniegelenk; die Wirkung auf die Fussstreckung wird allerdings wegen bedeutenderer Grösse des Hebelarmes die beträchtlichere sein; die Beugeeinwirkung auf das Kniegelenk ist aber darum nicht minder wichtig, denn sie unterstützt die kniebeugende Wirkung der langen Kniebeuger, welche bei diesen, wie oben gesehen, als zweite Wirkung hervortritt.

Wir haben nunmehr zwei direct (activ) wirkende Ursachen für die Kniebeugung kennen gelernt und sind dadurch aufge-

fordert nachzuforschen, ob diese Muskelactionen, obgleich sie nach dem früher Gesagten scheinbar für das Zustandekommen der Kniebeugung nicht nöthig sind, doch eine gewisse Wichtigkeit erlangen. Ich glaube eine solche Wichtigkeit in den folgenden Verhältnissen finden zu dürfen. In der der Fallbewegung vorangehenden Streckstellung des Beines ist die Lage des Femur sehr wenig von der Senkrechten abweichend; es wird in der Regel nach hinten geneigt bleiben, kann aber auch bei stärkerer Streckung eine nach vorn geneigte Stellung gewinnen. Es wird deswegen leicht geschehen können, dass im Augenblicke des Eintrittes der Fallbewegung oder auch kurz nach dem Eintritte derselben die Schwerlinie vor der Knieaxe herunterfällt; die Kniebeugung, deren Bedeutung für die Lage des Femur in der Schrittstellung schon in dem ersten Theile dieser Untersuchung erkannt worden ist, kann aber durch die Schwere des Körpers nur dann zu Stande kommen, wenn die Schwerlinie hinter der Knieaxe herunterfällt. Dass die im Augenblicke des Eintrittes der Fallbewegung durch die beiden angegebenen Muskelactionen ausgeführte Kniebeugung, indem sie das obere Ende des Femur relativ rückwärts führt, Bürgschaft dafür giebt, dass die Schwerlinie auch sicher hinter die Knieaxe fällt, ist unschwer einzusehen, und in diesem Umstande möchte die Hauptbedeutung jener Muskelbeihülfe in der Kniebeugung zu erkennen sein.

Um nun die Wirkungsweise der zweiten Gruppe von Fussstreckern (m. tibialis posterior, peronaeus longus und brevis, flexor hallucis longus und flexor digitorum communis longus) zu verstehen, müssen wir davon ausgehen, dass nach dem vorher Besprochenen auf dem oberen Ende der Tibia die ganze Schwere des übrigen Körpers lastet, und dass dieses obere Ende mit dieser Belastung eine Kreisbewegung nach vorn und unten ausführt, deren Mittelpunkt das Metatarsusköpfchen der grossen Zehe ist. Die fraglichen Muskeln haben nun je nach der Fixirung des einen oder des anderen ihrer beiden Anheftungspunkte entweder eine Senkung der Fussspitze oder ein Rückwärtsziehen der Tibia um die Knöchelaxe als Centrum zur Wirkung. Wenn der Fuss auf dem Boden steht, dann ist

die Fusspitze fixirt und es müsste demnach die Wirkung auf die Tibia in die Erscheinung treten. Diese Wirkung müsste aber das obere Ende in einem ähnlichen Kreisbogen zurückführen, wie derjenige ist, in welchem dasselbe durch die Schwerewirkung nach vorn hinab geführt wird. Die Kraft der betreffenden Muskeln müsste demnach die Kraft der ganzen Schwerelast des Körpers überwinden. Dieser Aufgabe möchten sie nun vielleicht gewachsen sein, aber die Aufgabe wird dadurch noch modificirt und erschwert, dass der Hebelarm der Schwere ein sehr grosser, derjenige der Muskeln dagegen ein sehr kleiner ist. Die Muskeln liegen ja dicht hinter der Knöchelaxe und ihr Hebelarm ist, diesem Verhältniss entsprechend, sehr unbedeutend, während dagegen der Hebelarm der Schwere der horizontale Abstand der aus dem Kniegelenk gefällten Senkrechten von der Knöchelaxe ist. Durch diesen Umstand wird die Aufrichtung der Tibia durch die genannten Muskeln so sehr erschwert, dass die Tibia ebenfalls als, wenn auch nur relativ, fixirt anzusehen ist. Da demnach beide Anheftungsstellen dieser Muskeln fixirt sind, so muss die Wirkung ihrer Zusammenziehung sich als ein Seitendruck auf das Fussgelenk geltend machen und dadurch eine Hebung des Fussgelenkes bei Anstemmung der Fussspitze an den Boden erzielen. Einer solchen Action wird die Schwerebelastung der Tibia nicht entgegenstehen, denn deren Folge, die kreisförmige Senkung des oberen Endes der Tibia, kann dabei ungestört vor sich gehen und jene Muskelaction wirkt nur modificirend darauf ein.

Wird eine Fussstreckung auf diese Weise als Hebung des Knöchelgelenkes über den Boden ausgeführt, so bewegt sich dabei das Knöchelgelenk in einem Kreisbogen, dessen Mittelpunkt das Metatarsusköpfchen der grossen Zehe ist, nach oben und vorn; die gleiche Bewegung muss dann auch dem von dem Knöchelgelenk getragenen Beine und somit auch dem ganzen Körper gegeben werden. Wird nun diese Bewegung in dem Augenblicke ausgeführt, in welchem die Schwerlinie in ihrer Vorwärtsbewegung über dem Metatarsusköpfchen angekommen ist, so wird damit dem ganzen Körper eine solche

Vorwätsbewegung gegeben, dass dadurch die Fallbewegung eingeleitet wird. Beginnt die Fussstreckung etwas früher, so hilft sie noch dazu den Hauptbogen vollenden. —

Die Fussstreckung, obgleich nicht durchaus nöthig, gewährt also dennoch so viele Vortheile in der Gangbewegung, dass sie als ein wesentlicher Bestandtheil derselben gewöhnlich angewendet wird, und zwar beginnt ihre Ausführung aus den im Obigen zu erkennenden Gründen in der Regel schon vor der Vollendung des Hauptbogens.

Aus dieser ganzen Entwickelung über das Verhalten des ruhenden Beines während der Ausführung des Hauptbogens und der Fallbewegung ist es leicht ersichtlich, dass dieses Bein, wenn das andere (unterdessen pendelnde) Bein den Boden berührt hat, eine Stellung haben muss, in welcher das Knie gebeugt und das Fussgelenk gestreckt ist. Ist etwa noch für die Uebertragung der Schwerlinie auf das andere (gerade aufgesetzte) Bein ein hinterer Ergänzungsbogen nothwendig, so wird dieser leicht zu Stande gebracht durch Fortsetzung der Fallbewegung und etwa auch Fortsetzung der Fussstreckung. Ist dann die Schwerlinie soweit nach vorn geführt, dass sie in den vorderen (gerade aufgesetzten) Fuss fällt, so ist die Schrittstellung gegeben, deren Motivirung unsere Aufgabe war.

In dem ersten Theile haben wir gesehen, dass ihr Bestehen für sich schon die aufrechte Haltung beim Gange erleichtert, und jetzt haben wir erkannt, dass ihr Zustandekommen sich eben so leicht als natürlich giebt; und es wird dadurch ihre allgemeine Anwendung hinlänglich erklärt sein.

Durch die beschriebene Action des hinteren Beines werden aber auch noch andere Vortheile erreicht, welche nur in ihr begründet sind.

Ich erwähne nur kurz, dass die activen (Muskelthätigkeits-) Elemente in dem Entstehen und der Fortsetzung der Kniebeugung in ähnlicher Weise abstossend wirken müssen, wie die Fussstreckung, und deshalb wie diese unterstützend werden müssen

für die Vorwärtsbewegung des Körpers im Ergänzungsbogen und dem Hauptbogen.

Bedeutender ist der Nutzen, welcher durch die beschriebene Art der Thätigkeit des Beines für die Pendelung desselben nach vorn gewonnen wird. Die Pendelung hat zu beginnen in dem Augenblicke, in welchem also für einen Augenblick diejenige Haltung der Beine und des Rumpfes vorhanden ist, welche wir als „Schrittstellung" bezeichnet haben. — Während der Ausführung des Hauptbogens findet eine Streckung in dem ruhenden Beine statt und damit wird die Hüftaxe gehoben und der Raum für das pendelnde Bein damit vergrössert — Das pendelnde Bein selbst muss aber verkürzt sein, um ohne Berührung des Bodens sich nach vorn bewegen zu können Ist das hintere Bein in allen seinen Theilen gestreckt, so muss diese Verkürzung durch einen besonders darauf gerichteten Muskelact zu Stande kommen, namentlich muss für diesen Zweck eine Kniebeugung durch Muskelthätigkeit besonders hervorgebracht werden.[1]) Ist dagegen in der Schrittstellung die Kniebeugung in dem abstossenden Beine schon vorhanden, so ist damit die Bedingung der Verkürzung für die Pendelung bereits erfüllt und vielleicht wird sogar durch dieselben Momente, welche die Kniebeugung erzeugt haben, die Verkürzung während der Pendelung noch vermehrt. Die letzte Wirkung in dem abstossenden Beine, ehe dieses seine Pendelung beginnt, ist ja eine für den Zweck der Abstossung kräftiger „schnellende", „werfende", und muss sich deshalb auch noch fortsetzen, nach dem die Abstossung schon geschehen ist, und zwar muss diese Fortsetzung schon allein nach dem Gesetze der Trägheit zu Stande kommen. Dass eine solche Fortsetzung von Bewegungen, welche ursprünglich durch Muskelthätigkeit erzeugt waren, auf diese Weise zu Stande kommen können, beweisen auf das Schlagendste diejenigen Fälle, in welchen eine Bewegung dieser Art über die Gränze der möglichen Muskelthätigkeit hinaus

1) Eine solche Kniebeugung als Mittel, den Fuss vom Boden abzuheben, und das Bein für die Pendelung zu verkürzen, nehmen auch die Brüder Weber an. Mechanik der Gehwerkzeuge S. 247.

geht. Einer der überzeugendsten der hierher gehörigen Fälle ist gerade bei der Beugung des Kniegelenkes zu beobachten; es ist nämlich auch bei angestrengtester ruhiger Muskelthätigkeit nicht möglich, durch Kniebeugung mit der Ferse das tuber ischii zu berühren; sehr leicht gelingt dieses indessen, wenn man dem Unterschenkel durch eine einmalige heftige Action seiner Beugemuskeln eine Wurfbewegung mittheilt; er überschreitet dann die Gränze der möglichen directen Muskelwirkung und das Anschlagen der Ferse an das tuber ischii kann noch mit ziemlicher Heftigkeit zu Stande kommen. — Eine, wenn auch schwächere, Wurfbewegung dieser Art wird nun auch als abstossende Bewegung des hinteren Beines dem Unterschenkel desselben mitgetheilt und deshalb muss sich die Beugungsbewegung des Kniees auch noch fortsetzen, nachdem das Bein bereits von dem Boden gelöst ist. Es ist leicht zu erkennen, dass durch diesen Umstand das schwingende Bein noch mehr verkürzt und damit für die Pendelung geeigneter gemacht werden muss. — Ueber das Verhältniss des auf diese Weise erreichten höchsten Grades der Kniebeugung, welcher nach dem Aufsetzen des Beines beobachtet wird, lässt sich natürlich Nichts bestimmen, denn es wird je nach der Individualität des Gehenden oder je nach der momentanen Art der Ausführung des Schrittes geschehen können, dass im Augenblicke des Aufsetzens dieser höchste Grad der Beugung noch vorhanden ist, oder durch die Einwirkung der Schwere des Unterschenkels in dem letzten Zeitraume des Pendelns schon gemildert ist, — und es kann ferner auch geschehen, dass durch das Aufsetzen selbst in Folge der Einwirkung der Schwere des Rumpfes die Kniebeugung noch vermehrt wird. Jedenfalls wird die Kniebeugung des aufgesetzten Beines noch vermehrt durch die schiebende Action des hinteren Beines während der Ausführung des hinteren Ergänzungsbogens.

In Bezug auf die Vorwärtsbewegung des frei schwebenden Beines, durch welche dieses aus der hinteren Stellung in die vordere gelangt, haben die Brüder Weber gewiss mit Recht

und durch überzeugende Gründe unterstützt die Ansicht aufgestellt, dass dieselbe, ohne besonders darauf gerichteter Muskelthätigkeit zu bedürfen, schon allein durch Pendelbewegung zu Stande kommen könne. Ich habe auch kein Bedenken getragen im Anschlusse an diese Ansicht in dem Obigem wiederholt von der Pendelung des Beines zu reden. Es wird uns jedoch schwer des Bild, welches wir vom Pendel haben, unmittelbar auf das schwingende Bein zu übertragen, weil das Bein in dem Hüftgelenke keinen losen Aufhängungspunkt besitzt, sondern von kräftigen Muskelmassen umgeben ist, deren vordere Abtheilungen in der Vorwärtsbewegung des Beines Knickungen und Verschiebungen erfahren müssen, während die hinteren Dehnungen erleiden. Diese beiden Momente müssen einer Pendelbewegung so bedeutende Hindernisse entgegenstellen, dass eine beträchtliche aufsteigende Oscillation in dem Beine kaum erwartet werden darf, wenn auch die absteigende Oscillation (der Ausfall) eine ziemliche Grösse besessen hätte. Die Brüder Weber, welche zuerst bestimmt die pendelnde Action des nach vorn gehenden Beines aufgestellt haben, haben selbst die Möglichkeit dieses Einwandes gefühlt,[1]) und haben denselben experimental zu entkräften gesucht. Ihre Erfahrungen sprechen aber eher zu Gunsten der Richtigkeit des Einwandes, denn sie fanden, „dass das Bein, blos einmal angestossen, nur wenige Schwingungen macht und bald zur Ruhe kommt,“ und sie sahen sich daher genöthigt, um für Bestimmung der Schwingungsdauer eine „hinreichende Zahl von Schwingungen“ zu erhalten, „dem Beine bei jedem Durchgange durch die senkrechte Lage von hinten nach vorn, eine geringe Beschleunigung oder einen kleinen Stoss zu ertheilen.“[2]) Diese Thatsachen weisen doch zur Genüge darauf hin, dass die Pendelschwingung des Beines einen starken Widerstand findet, als dessen Ursache allein die Umlagerung des Hüftgelenkes durch seine starke Musculatur angesehen werden kann; und ein solcher Widerstand wird sich auch mit Nothwendigkeit bei der einzelnen Schwingung, welche

1) Mechanik der Gehwerkzeuge S. 250.

2) ibid. S. 250—251.

jedes Bein auszuführen hat, geltend machen müssen und zwar namentlich als Hemmung der aufsteigenden Oscillation. — Die Brüder Weber scheinen auch der aufsteigenden Oscillation wenig Bedeutung beizumessen, indem sie die Pendelschwingung nur bis zu der ungefähr senkrechten Lage in Anspruch nehmen und daher nur die absteigende Oscillation in ihr Bild von dem Schritte aufnehmen (S. 256), womit es in Einklang gebracht wird, dass die Schrittdauer gleich sei der halben Schwingungsdauer des Beines (S. 253).

Die senkrechte Lage des Beines im Augenblicke des Aufsetzens ist aber nur bei dem flüchtigsten Schritte zu beobachten, bei welchem in Folge dieses senkrechten Aufsetzens der hintere Ergänzungsbogen wegfällt. In dem gewöhnlichen Schritte, welcher zwischen diesem Extrem des flüchtigen Schrittes und dem anderen Extrem des gravitätischen Schrittes in der Mitte steht, findet aber ein Aufsetzen des Fusses weiter nach vorn statt; die senkrechte Linie wird demnach überschritten und dieses ist um so mehr der Fall, je mehr sich der Schritt dem gravitätischen Schritte nähert. Die Charakteristik des gravitätischen Schrittes beruht ja gerade darin, dass das ruhende Bein in senkrechter Lage verharrt, bis das schwingende Bein mit seinem Fusse um die ganze Schrittlänge nach vorwärts bewegt ist. Eine aufsteigende Oscillation wird demnach beim gewöhnlichen Schritte sowohl als namentlich auch bei dem gravitätischen Schritte beobachtet, und das Bild der Pendelschwingung, welches durch eine Beschränkung auf die absteigende Oscillation sehr gestört gewesen wäre, ist damit allerdings vervollständigt.

Es wird indessen gegenüber der oben berührten Schwierigkeit noch die Frage gestattet sein, ob wir bei dieser äusserlich erscheinenden, allerdings den Pendelcharakter zeigenden Bewegung auch wirklich nur die Pendelgesetze in Anwendung kommen sehen, d. h. ob wir annehmen dürfen, dass die Lagenveränderung des schwingenden Beines aus einer hinten gehobenen Lage durch die Senkrechte hindurch in eine nach vorn gehobene Lage einzig und allein als eine Folge der

Schwerewirkung ansehen dürfen oder ob dabei nach andere Kräfte mit in's Spiel kommen.

Dass Muskelkräfte, direct auf Vorwärtsbewegung des schwingenden Beines im Hüftgelenke gerichtet, dabei mitwirken können und gelegentlich auch wohl mitwirken, ist nicht zu bezweifeln. Diese können wir indessen hier gänzlich ausser Acht lassen, weil es sehr leicht zu finden ist, welches diese Kräfte sein müssten, so dass sie keine besondere Untersuchung nothwendig machen, sie können ja jeden Augenblick wenn es nöthig erscheinen sollte, zur Ergänzung herangezogen werden.

Es bietet sich nun aber allerdings, abgesehen von dieser möglichen Mitwirkung der Hüftmuskeln des schwingenden Beines, ein Moment dar, welches die besprochene Vorwärtsbewegung desselben bedeutend unterstützt, und dieses ist das Folgende.

Es ist in dem Früheren erkannt worden, dass vor der Ablösung des hinteren Beines von dem Boden das Becken, mit demselben in extremer Streckstellung verbunden, eine starke Neigung nach vorn besitzt und in dieser eine Beugestellung gegen das vordere Bein. Während dann das abgelöste Bein nach vorn schwingt, erhält das Becken wieder eine Streckstellung gegen das ruhende Bein und damit eine aufrechtere Stellung. Es ist in dem Früheren auch bereits gesehen, wie beides allein durch die Wirkung der Muskeln des ruhenden Beines zu Stande kommt. Würde diese Bewegung ohne Verrückung des dem ruhenden Beine angehörigen Femur geschehen, so würde der Winkel der Beckendrehung gerade so gross sein, wie der Winkel zwischen den beiden Femora in der Schrittstellung, in dem gewählten Beispiele (Fig. 5) demnach 38°. Nun richtet sich aber das ruhende Bein während der Schwingung des anderen Beines durch Kniestreckung auf und die Bewegung des Beckens wird damit, weil ihr die Bewegung des Femur entgegen kommt, um eben so viel geringer, als dabei die Winkelverminderung des Femur gegen die Senkrechte beträgt. In dem gewählten Beispiele ist dieses 20°. Bie Beckenbewegung beträgt demnach noch 18°. Denkt man sich nun

das vom Boden gelöste Bein unbeweglich mit dem Becken verbunden, so wird dasselbe schon allein durch die Beckenbewegung um 18° vorwärts bewegt werden und diese Bewegung muss in zweierlei Weise auf die Schwingung des Beines einwirken, einestheils dadurch, dass sie die Schwingung um die genannte Grösse direct fördert, andererseits dadurch, dass sie der Pendelschwingung einen Impuls giebt und damit die Widerstände überwinden hilft, welche derselben entgegenstehen.

Es stellt sich demnach heraus, dass die Schwingung des abgelösten Beines nur eine unreine Pendelschwingung ist, indem sie nicht durch die Schwerewirkung allein zu Stande kommt, sondern durch die gleichzeitige Bewegung des Beckens noch einen Impuls erhält und eine von der Pendelschwingung unabhängige directe Vergrösserung erfährt.

Fassen wir die Ergebnisse der hier durchgeführten Untersuchung über einige Punkte des gewöhnlich ausgeführten Ganges in wenige Sätze zusammen, so sind dieses die folgenden:

1. In dem Schritte erfährt das Becken eine Neigung gegen vorn, welche entsprechend ist der Neigung des hinteren Femur gegen die Senkrechte. — Ihr Maximum erreicht diese Neigung im Augenblicke der Ablösung des abstossenden (hinteren) Beines von dem Boden.

2. Die dadurch gestörte aufrechte Haltung des Rumpfes muss durch Lendeneinknickung corrigirt werden.

3. Die Correctionsmöglichkeit ist jedoch über ein bestimmtes Maass der Beckenneigung hinaus nicht mehr vollständig vorhanden.

4. Je geringer der Winkel des hinteren Femur gegen die Senkrechte, um so geringer ist auch die Correctionsarbeit der Lendenmusculatur, und daher um so zwangloser die Gehbewegung.

5. Durch eine Action des abstossenden Beines, in welcher Kniebeugung und Fussstreckung sich vereinigen, wird dieser Winkel möglichst klein, ohne Störung der Länge des Schrittes und ohne zu beträchtliche Höhenschwankung im Gehen.

6. An der Kniebeugung nimmt allerdings Muskelaction in Etwas Antheil; der Hauptsache nach kömmt sie aber durch

die Schwerewirkung des Rumpfes während der Fallbewegung in dem vorderen Ergänzungsbogen zu Stande.

7. Kniestreckung findet nur während des Ausführung des Hauptbogens statt und ist die Wirkung der Muskelaction, welche das geneigte Becken auf dem ruhenden Beine wieder aufrichtet.

8. Diese Aufrichtung des Beckens hat auch einen beträchtlichen Einfluss auf die „Pendelung" des schwingenden Beines, indem sie dieser einen befördernden Impuls giebt, und sie gleichzeitig direct vergrössert.

9. Die beschriebene Gangart mit Kniebeugung in dem abstossenden und Kniestreckung in dem ruhenden Beine ist in dem Mechanismus des Knochengerüstes und der Muskeln als die bequemste und leichteste und damit auch als die naturgemässeste begründet und ist deshalb auch die allgemein angenommene, ohne die Möglichkeit des Auftretens von Individualitäten in den verschiedensten Mittelformen zwischen gravitätischem und flüchtigem Schritte irgendwie zu beschränken.

Zürich, November 1868.

Erklärung der Zeichnungen.

Fig. 1 zeigt die Gestalt der Schrittstellung für die drei Schrittlängen, wenn das Knie gestreckt und der Fuss nicht vom Boden erhoben ist. — Die Senkung der Hüftaxe unter den Nullpunkt (vgl. Fig. 2) ist in Centimetern für jede Schrittlänge beigeschrieben (Stellung I).

Fig. 2 zeigt dasselbe mit einer Fussstreckung zu 140° Fusswinkel neben der Kniestreckung. (Stellung II).

Fig. 3 zeigt dasselbe mit einer Fussstreckung zu 140° Fusswinkel wie in Fig. 2 aber mit Kniebeugung (Stellung III), wobei der Winkel des hinteren Femur zur Senkrechten gleich 7° ist, wie im aufrechten Stehen.

Fig. 4 ist eine Modification der vorigen um den Einfluss der Fussstreckung zu zeigen. a ist der Fig. 6 entnommen (c in dieser); der Winkel des hinteren Femur gegen die Senkrechte ist für die drei Stellungen 15°. In der mit ausgezogenen Linien gegebenen Stellung ist der Fusswinkel 100° wie in a. — Die punktirte Zeichnung hat den kleineren Fusswinkel von 80°, die mit unterbrochenen Linien gegebene den grösseren von 120°. — Die Schrittlänge ist diejenige mit 1½ Fusslänge Zwischenraum zwischen den Fuss-

spuren. Die Höhe der Hüftaxe über dem Boden ist in Centimetern angegeben.

Fig. 5. Die Bewegung eines Beines von dem Augenblicke des Aufsetzens bis zu dem Augenblicke der Ablösung von dem Boden. — Von a bis b wird es im hinteren Ergänzungsbogen geschoben; — von b bis c führt es unter rückwärtsweichender Kniestreckung den Hauptbogen aus; — von c bis d fällt es unter Kniebeugung und Fussstreckung in dem vorderen Ergänzungsbogen; — von d bis e wirkt es schiebend in dem hinteren Ergänzungsbogen des folgenden Schrittes unter fortgesetzter Kniebeugung und Fussstreckung. — Diese Composition ist zunächst bestimmt, die besprochenen Sätze zu illustriren und deshalb haben die gewählten Winkel des Kniees Werthe von runden Zahlen; indessen ist damit doch eine mittlere Art des gewöhnlichen Ganges möglichst getreu wiedergegeben. — Dreimal ist der Werth des Winkels zwischen Tibia und Fussrücken auf die Tibia geschrieben, weil in dem Winkel selbst nicht Platz war.

Geschichtliches über den an den Nervus ulnaris angeschlossenen Ast des Nervus radialis zum Musculus anconeus internus — J. Cruveilhier 1837.

(Ramus collateralis ulnaris Nervi radialis. — W. Krause 1864.)

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

W. Krause[1]) machte den längst bekannten Ast des Nervus radialis zum unteren Theile des Musculus anconeus internus, welcher eine sehr lange Strecke mit dem Nervus ulnaris in eine gemeinschaftliche Scheide eingeschlossen zu verlaufen pflegt, zum Gegenstand einer Untersuchung. Der Ast ist seiner Erfahrung nach constant und schickt keine Fasern zur Ellenbogengelenkkapsel. Er nannte den Ast wegen dessen Beziehungen zur Arteria collateralis ulnaris superior, welche übrigens auch andere Anatomen vor W Krause schon berücksichtigt hatten: „Ramus collateralis ulnaris Nervi radialis" und bildete ihn gut ab. In der Geschichte vergass W. Krause gerade die bis dahin wichtigste Angabe darüber, welche J. Cruveilhier wenigstens 27 Jahre vor ihm

---

1) Beiträge z. system. Neurologie d. menschl. Armes. — Dieses Archiv 1864, S. 349. Taf. VIII. Fig. 1.

geliefert hat, welche kurz aber so gut ist, dass sie W. Krause's neue Beschreibung fast überflüssig erscheinen lässt. Auch hat W. Krause die im Texte der Anatomie von Bourgery vorkommende Stelle übersehen, welche Cruveilhier als Entdecker des Anschlusses des Astes in einer sehr langen Strecke an den Nervus ulnaris hinstellt, und Bourgery selbst, wenn dieser auch den Ast abgebildet hat, als Entlehner des Fundes von Cruveilhier beweiset. W. Krause hat für den Ast einen besonderen Namen, der demselben bleiben mag, entdeckt, sonst aber von ihm Nichts mitgetheilt, was nicht schon Andere vor ihm gewusst hätten.

Bei meinen Untersuchungen „über den Musculus epitrochleo-anconeus und dessen Nerven" musste ich über den Ramus collateralis ulnaris nervi radialis Untersuchungen geflissentlich vornehmen, um zu erfahren, ob dieser dem Muskel Zweige liefere oder nicht. Ich fand, dass der Muskel wohl immer einen Ramulus vom Nervus ulnaris, nie aber einen solchen vom Ramus collateralis ulnaris nervi radialis erhalte. Auf diese Erfahrung legte ich wegen der Deutung des Muskels einiges Gewicht und erlaubte mir, dieselbe mitzutheilen. Ich sagte: „Selbst in einem Falle, in welchem ein starkes Aestchen dieses Nerven bis zum Epitrochleus herab in den Anconeus internus sich verzweigte und bestimmt eine Paar Zweige zur hinteren Wand der Ellenbogengelenkkapsel (Ausnahmsfall) abgab, erhielt er (Musculus epitrochleo-anconeus) davon keinen Zweig. Ich bemerkte dabei in einer Note: „Die Behauptung W. Krause's: „Sämmtliche Fasern des Ramus collateralis ulnaris nervi radialis verästeln sich im Anconeus internus und es gelangen keine derselben zur Kapsel des Ellenbogengelenkes" ist nicht für alle Fälle gültig.[1]) Ich füge

1) W. Gruber. Ueber den Musculus epitrochleo-anconeus des Menschen u. d. Säugethiere. — Mém. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Pétersbourg. VII. Sér. Tom. X. No. 5. Besond. Abdruck St. Petersburg, Riga u. Leipzig 1866 4° p. 7.

2) Ueber den anomalen Verlauf des Nervus ulnaris vor dem Epitrochleus. — Dieses Archiv 1867, S. 561.

jetzt hinzu, dass ich das Abgehen von Zweigen vom Nervus collateralis ulnaris nervi radialis zur Ellenbogengelenkkapsel erst unter 20 Fällen einmal beobachtete. In einem später veröffentlichten Aufsatze[2]) sagte ich: „Der Ramus collateralis ulnaris nervi radialis zum unteren Theile des M. anconeus internus und bisweilen zur Ellenbogengelenkkapsel (ist zu verstehen: bisweilen zum genannten Muskel und zugleich zur Ellenbogengelenkkapsel), wie ich bestimmt sah, ist dem Nervus ulnaris nur eine sehr lange Strecke angeschlossen, kommt daher nicht von letzterem Nerven, sondern sicher nur vom Nervus radialis, wie zuerst Cruveilhier, später Bourgery, der aber von Cruveilhier entlehnt und den Ast abgebildet hat, Sappey und W. Krause, der anzuführen vergessen hat, dass Cruveilhier jene Anordnung längst vor ihm gekannt habe, dargethan haben.“ [1]) Die von W. Krause übersehene Stelle, welche J. Cruveilhier als denjenigen charakterisirt, der zuerst das wahre Verhalten des Ramus collateralis ulnaris nervi radialis kurz und gut darstellte, führte ich dem Wortlaute nach an. Die Stelle von Bourgery, welche diesen als Entlehner von Cruveilhier kundgiebt, citirte ich, wo sie zu finden sei. Die Stelle endlich von Sappey citirte ich gleichfalls, wo man sie nachsehen könne, ohne aber W. Krause zu beschuldigen, auch Sappey's Angaben ignorirt zu haben.

Die Wahrheiten, die ich damals gelegentlich aussprach, vertrete ich jetzt noch Wort für Wort. Die Stelle bei J. Cruveilhier[2]) lautet: „Le cubital ne donne aucune branche au bras, l'erreur des anatomistes qui ont avancé le contraire, vient de ce que la branche du vaste interne qui vient du radial, s'accole au nerf cubital dans une assez grande partie de son trajet; si bien qu'il semblerait, au premier abord, qu'elle se détache de ce dernier nerf.

---

1) Die Stelle, welche sich auf die Endigung des Nerven bezieht, ist meiner Beobachtung, die ich in der citirten Monographie mittheilte, und einer später gemachten Beobachtung entnommen.

2) Anat. descr. Tom. II. Bruxelles 1837, p 350; — Traité d'anat. descr. 3me Édit. Tom. IV. Paris 1852, p. 527.

Sie beweiset, dass Cruveilhier den Anschluss des Ramus collateralis ulnaris nervi radialis an den Nervus ulnaris in einer sehr langen Strecke wohl gekannt, gut und kurz beschrieben, und so lange nicht noch ein Anderer gefunden wird, der dies schon vor Cruveilhier ausgemittelt hätte, auch zuerst richtig beschrieben habe. Cruveilhier kannte wie Andere den von mir entdeckten, beim Menschen unconstant, bei gewissen Thieren, darunter auch bei Lepus cuniculus, constant vorkommenden Ramus ad musculum epitrochleo-anconeum vom Nervus ulnaris nicht, folglich hatte er nicht richtig behauptet, dass der Nervus ulnaris am Oberarm nie Zweige abgebe.[1]) Es versteht sich von selbst, dass Cruveilhier, wenn er den Ramus collateralis ulnaris nervi radialis als Ast für den Anconeus internus bezeichnete, denselben nur in diesem Muskel verästeln lassen wollte. — W. Krause hatte in seinem Aufsatze dieser Stelle mit keinem Worte erwähnt, folglich war ich berechtigt, zu sagen und fahre fort, zu sagen: „W. Krause habe damals Cruveilhier vergessen.“ —

Die Stelle im Texte der Anatomie von J. Bourgery[2]) lautet: „Ce nerf (cubital) est entièrement destiné à la main et à l'avant-bras; il ne fournit aucun rameau au bras, et si on a dit le contraire, cela tient, comme le fait remarquer M. Cruveilhier, à ce que le filet long et grêle que fournit le nerf radial au muscle triceps est accolé au nerf cubital dans une assez grande étendue.“

Sie beweiset, dass Bourgery „von Cruveilhier entlehnt habe,“ wenn er auch den Ramus collateralis ulnaris nervi radialis ausserdem so schlecht abbildete, dass der Anschluss dieses Astes an den Nervus ulnaris, kaum aus der Abbildung, nur aus der Bezeichnung in der Erklärung der Tafel (Pl. 59. Fig. 1. No. 14): „Rameau de la portion interne du triceps qui

1) Auch W. Krause — Die Anatomie des Kaninchens. Leipzig, 1808, S. 249 — hat diesen Nervenast vergessen.

2) Traité compl. de l'anat. de l'homme Tom. III. Paris 1844. Fol. p. 263.

s'accole du nerf cubital“ erkannt werden kann. W. Krause hat die in der Tafelerklärung angegebene Bezeichnung getreu angeführt, was, gethan zu haben, ich 1867 W. Krause nicht absprach; aber die angegebene wichtige Stelle im Texte der Anatomie von Bourgery vernachlässigt. Ich war daher ebenfalls berechtigt anzunehmen und fahre fort anzunehmen: „Bourgery habe von Cruveilhier entlehnt,“ und auch zu glauben (was ich früher verschwiegen hatte, jetzt aber sage): „W. Krause habe aus denselben Gründen, wegen welcher er Cruveilhier vergessen musste, auch die wichtige Stelle im Texte der Anatomie von Bourgery ignorirt.“ —

Ich habe bei zahlreich und sorgfältig vorgenommenen Untersuchungen den Ramus collateralis ulnaris nervi radialis in $^{19}/_{20}$ der Fälle im M. anconeus internus allein verästeln, in $^{1}/_{20}$ der Fälle und zu wiederholten Malen aber diesem Muskel und der Ellenbogengelenkkapsel zugleich bestimmt Zweige geben gesehen. Ich war daher berechtigt zu sagen: „der Ramus collateralis ulnaris nervi radialis gebe bisweilen Zweige dem Muskel und zugleich auch der Ellenbogengelenkkapsel.“ Ich muss, auf meine Untersuchungen gestützt, die ich nicht für schlechtere halte, als die manches Anderen, der sich überschätzt, behaupten; „der Ramus collateralis ulnaris nervi radialis endige im M. anconeus internus allein in der Regel (nicht wie Cruveilhier, Sappey, W. Krause u. A. meinen, immer), und in jenem Muskel und in der Ellenbogengelenkkapsel hinteren Wand zugleich ausnahmsweise (nicht, wie Valentin, Arnold, Hyrtl, Rüdinger u. A., die diese Endigungsweise anscheinend richtig beobachtet hatten, glauben, oft oder vielleicht constant). Wenn der Nervus radialis sensible und motorische Fasern enthält, wenn derselbe Nerv Gelenknerven abgiebt, wenn gewisse motorische und sensible Nerven eine Strecke lang mit einander verlaufen und später sich wieder trennen; wenn Neurologen ersten Ranges noch bis 1868 von anderen mit Muskelästen vereinigten, später davon abgegangenen Gelenknerven sprechen, so kann schon a priori die Möglichkeit nicht bestritten werden, dass auch mit

dem in der Regel nur motorischen Ramus collateralis ulnaris nervi radialis bisweilen sensible Fasern des Nervus radialis zur Ellenbogengelenkkapsel, ein Gelenksnerv, eine Strecke weit vereinigt verlaufen könne, der später sich trennt, und als Aestchen des Ramus collateralis ulnaris nervi radialis erscheint.

Diese Wahrheiten, welche W. Krause nur zugestehen, einem Nervenast zu einem Muskel einen Namen gegeben zu haben, konnten begreiflicher Weise dessen besonderen Beifall nicht erhalten. Um gegen diese Wahrheiten überhaupt seine Unzufriedenheit äussern zu können; um nebenbei durch nachträgliches, freilich abgezwungenes Eingeständniss den Anschein sich geben zu können, als ob er Cruveilhier, welcher vom Ramus collateralis ulnaris nervi radialis schon Alles gewusst hatte, was gewiss erst 27 Jahre später W. Krause entdeckte, wirklich ganz zufällig übersehen oder vergessen hätte; um dann glauben machen zu können, die Kenntniss der Verästlung des Ramus im M. anconeus internus allein, was Cruveilhier und Andere auch schon längst vor W. Krause angenommen hatten, verdanke man vorzugsweise doch nur ihm; um ferner vermeintlich darthun zu können, die von ihm aufgestellte Regel dulde keine Ausnahme; um endlich von dem Ramus doch noch so viel unverdienten Aufhebens, als nur immer möglich, machen zu können, schrieb W. Krause über den Ramus einen zweiten und sogar besonderen Artikel.[1])

W. Krause kann in diesem Artikel gegen meine erste, in einer wörtlich citirten Stelle vorgeführte Wahrheit: „W. Krause habe Cruveilhier vergessen“ nichts einwenden, sucht daher möglichst schnell darüber hinwegzukommen.

Gegen meine anderen Wahrheiten wehrt sich W. Krause durch alle ihm dienlich scheinenden Mittel. Er

---

1) W. Krause. Ueber den Ramus collateralis ulnarus nervi radialis. Dieses Archiv 1868, S. 134.

ignorirt das, was ihm unangenehm ist; missversteht mich absichtlich; beschuldigt mich und andere bewährte Neurologen der Ungeschicklichkeit; und scheint uns durch Hinweisung auf seine „Kaninchen-Anatomie", in der leider die Gelenksnerven vergessen sind, zur Besserung zu ermahnen.

Um gegen meine zweite Wahrheit: „Bourgery habe von Cruveilhier entlehnt" Versuche zu ihrer Abschwächung durch Gründe, die er selbst nicht für absolut beweisend hinstellt, und durch ungerechtfertigte Beschuldigung der Vergesslichkeit von meiner Seite machen zu können; ist W. Krause gezwungen, die schöne Stelle im Texte der Anatomie von Bourgery, welche diesen als Entlehner von Cruveilhier manifestirt, das zweite Mal zu ignoriren, trotzdem ich sie eigens für W. Krause citirt hatte, wo sie zu finden sei, aber leider 1867 für W. Krause nicht dem Wortlaute nach angeführt hatte.

Um meine dritte Wahrheit: „der Ramus collateralis ulnaris nervi radialis sende bisweilen ausser Zweigen zum M. anconeus internus auch Zweige zur Ellenbogengelenkkapsel" vermeintlich zum Falle zu bringen, schlägt W. Krause folgenden Weg ein. Er ignorirt nämlich das, was ich über den Ramus collateralis ulnaris nervi radialis 1866 in meiner Monographie: „Ueber den M. epitrochleo-anconeus" mitgetheilt hatte, und beliebt meine von da genommene, in diesem Archiv 1867 im Aufsatze: „Ueber den anomalen Verlauf des Nervus ulnaris vor dem Epitrochleus" angeführte, kurze Angabe misszuverstehen, indem er angiebt, ich hätte den Ramus collateralis ulnaris nervi radialis bisweilen nur zur Ellenbogengelenkkapsel gehen lassen, nur um den unwürdigen Ausfall: — „Als ob die Fasern derselben Wurzeln nach Umständen bald dieser bald jener Function vorstehen könnten," — anzubringen. Er behauptet ferner: „Andere und ich hätten einen Nervenzweig zwar richtig bis zur Kapsel des Ellenbogengelenkes präparirt; allein wir hätten die dünnen Muskelstreifchen übersehen, in welchen die betreffen-

den Fasern endigen." Wir weisen auch diese sich (W. Krause) überhebende Beschuldigung zurück; und werden warten, bis W. Krause die Revision der Gelenknerven vorgenommen und uns bewiesen haben wird, woher denn die Ellenbogengelenknerven, denen es nicht erlaubt sein soll, mit Muskelästen vereinigt zu verlaufen, sich später von diesen zu trennen, und als deren Zweige zu erscheinen, eigentlich kommen.

St. Petersburg, den $\frac{2.}{14.}$ April 1868.

Ueber die physiologischen Wirkungen des Pikrotoxin.

Von

HERMANN ROEBER
aus Berlin.

Im Jahre 1812 lieferte ein französischer Chemiker, Namens Boullay,[1]) durch die chemische Analyse und das Experiment den Nachweis, dass die schon länger bekannten und verwertheten giftigen Eigenschaften der unter dem Namen der Cocculi indici, Coque du Levant, Cockels- oder Fischkörner im Handel befindlichen getrockneten Früchte der in Ostindien einheimischen Menispermee, Anamirta Cocculus, Wright et Arnoth (Menispermum Cocculus L.), allein herrührten von einem zu 0,2 % im Kern der fleischigen Steinfrucht enthaltenen krystallinischen Bitterstoff, den er isolirt darstellte, und wegen seiner Eigenschaften mit dem Namen des Pikrotoxin belegte. Das Pikrotoxin, von der Zusammensetzung $C_{20} H_{12} O_8$, welches man theils für ein Alkaloid, theils für eine Säure gehalten hat, scheint ein chemisch indifferenter Körper zu sein, (wenigstens verhält sich seine wässrige Lösung gegen Lakmuspapier vollkommen neutral) und bildet weisse durchscheinende vierseitige kleine Prismen, oder krystallirt auch in sternförmig gruppirten Nadeln.

---

1) Analyse chimique de la Coque du Levant. Paris 1812, mir nur bekannt aus dem Referat bei: Orfila Toxicologie générale. Tome second. II. partie. Paris 1815, p. 23

Ausser ihm enthalten die Samen, neben Stärke, Gummi und einer geringen Menge von Salzen, noch ein talgartiges Oel, in so reichlicher Menge, dass man es in Indien zur Bereitung von Kerzen verwendet. Dieses früher für eigenthümlich gehaltene und Stearophonsäure oder Anamirtsäure benannte, Fett ist neuerdings von Heintz[1]) für identisch mit Stearinsäure erklärt worden.

Pelletier und Couërbe[2]) erhielten aus dem Fruchtgehäuse das Menispermin und Paramenispermin, zwei krystallisirbare, geschmacklose, nicht giftige Substanzen, von gleicher Zusammensetzung, wovon die erstere ein Alkaloid zu sein scheint. Beide sind noch näherer Untersuchung bedürftig (Flückiger).

Was nun die Wirkungen, zunächst der Samen, auf Thiere betrifft, so hat nach Orfila[2]) zuerst Goupil, ein Arzt zu Nemours, hierüber Versuche angestellt und deren Resultate der medicinischen Gesellschaft zu Paris mitgetheilt.

Die „coque du Levant“, hebt Goupil hervor, sei nicht allein für Fische, sondern auch für verschiedene vierfüssige Fleischfresser und höchstwahrscheinlich auch für den Menschen ein starkes Gift, welches man in die Klasse der irritirenden vegetabilischen Gifte zu rangiren habe. Die holzige Schale besässe nur eine brechenerregende Wirksamkeit, der giftige, Theil liege in dem Fruchtkerne. Er bemerkte sodann, dass das Gift von den Verdauungssäften nicht verändert, vielmehr noch mit Beibehalten seiner giftigen Eigenschaften absorbirt werde: weshalb das Fleisch der „gekockelten“ Fische, (die Samen wurden vielfach zum Betäuben und Fangen der Fische benutzt), fast eben so giftig wirke, wie die Körner selbst, und am stärksten von den Fischen, welche die grössten Giftmengen zu ihrer Betäubung erfordern (die Barben).

1) Cfr. „Lehrbuch der Pharmacognosie des Pflanzenreiches“ von Dr. F. A. Flückiger, Berlin 1867, p. 589.

2) Orfila a. a. O. p. 25 — 24 „Bulletin de la Société de l'École de Médecine, novembre 1807.“

Nachdem nun Boullay 1812 in dem Pikrotoxin den giftigen Bestandtheil der Körner nachgewiesen hatte, stellte Orfila[1]) 1815 einige Versuche an Hunden, sowohl mit den Körnern als dem Pikrotoxin an, um sich von der Richtigkeit dieser Angaben zu überzeugen.

Er beobachtete, nach Beibringung, sowohl der Körner als auch des Pikrotoxins, das Auftreten heftiger allgemeiner Krämpfe, sowohl tonischer Art, d. i. Opisthotonus: „la tête et la queue sont plus ou moins renversées sur la partie postérieure de la colonne vertébrale“[2]) — et „formaient un arc avec le tronc“[3]) — als auch klonischer Art, an den Extremitäten in Form von Schwimmbewegungen, an den Gesichtsmuskeln in Form schrecklicher Verzerrungen und Grimassen, nebst Zähneknirschen. Daneben war die Respiration äusserst behindert, trat Salivation ein und war die Schmerzempfindung vollständig erloschen. Auch Rückwärtsgehen und Purzelbaumschlagen wurde beobachtet; einmal erwähnt auch Orfila, dass das Herz bei der Eröffnung stillstehend gefunden wurde. Trat hingegen Erbrechen ein, so wurden die Vergiftungserscheinungen vermisst. Orfila[4]) schliesst aus diesen Versuchen, dass die gepulverten Kockelskörner ein energisches Gift für Hunde seien, dass das Pikrotoxin den wirksamen Bestandtheil derselben ausmache, dass es wie Kampher auf das Nervensystem, besonders das Gehirn, wirke, dass man es aber nicht wie Goupil für ein scharfes, irritirendes Gift halten könne und dass, wenn das Erbrechen gelänge, man durch dasselbe am besten den üblen Folgen der Vergiftung vorbeugen würde.

Später sind von Tschudi[5]) Versuche mitgetheilt worden, die an verschiedenen Thieren angestellt wurden, — die Schrift ist mir aber leider nicht zugänglich gewesen. In neuerer Zeit

---

1) a. a. O. „de la coque du Levant“ p. 22—29.

2) a. a. O. p. 26 exp. 1.

3) a. a. O. p. 28. exp. 5.

4) a. a. O. p. 29.

5) Ch. R. Vossler. Die Kockelskörner und das Picrotoxin von J. J. Tschudi. St. Gallen 1847.

veröffentlichte Glover[1]) (1851) einige Versuche, bei denen er das Auftreten convulsivischer Bewegungen der Gliedmassen, besonders der vorderen, Rollen im Kreise, Rückwärtsgehen, beobachtete verbunden mit tetanischen und opisthotonischen Krampfanfällen. Erstere Erscheinungen vergleicht er mit den Krämpfen, wie sie nach Verletzung der Corpora quadrigemina und des Cerebellum auftreten, und danach, schliesst er, wirke das Pikrotoxin auf das Rückenmark und sei im Allgemeinen ein narkotisches Gift, wenn auch in kleinen Dosen nicht so stark wie Coniin, Aconitin u. s. w. wirkend.

Die ausführlichsten Mittheilungen über die Wirkungen des Pikrotoxins veröffentlichte bald darauf Dr. Falck[2]) aus Marburg indem er eine grosse Reihe von Versuchen, die er an verschiedenen Thieren angestellt hatte, bekannt machte. In den mitgetheilten Versuchen sind nun die Vergiftungssymptome, namentlich an Warmblütern, auf das Vollständigste beschrieben, so dass nach dieser Seite hin die Arbeit wohl Erschöpfendes geleistet hat, — leider aber findet sich nichts von einem nähern Eingehen auf die Ursachen der so beobachteten Erscheinungen und wird nur am Schluss das gewonnene Resultat ohne weitere Begründung zusammengestellt. Ob die dort verheissene Abhandlung über den Gegenstand später erfolgt ist, vermag ich nicht anzugeben.

Was zunächst die Versuche an Kaninchen und Meerschweinchen betrifft, so beobachtete Falck

1. Das Auftreten heftiger Krämpfe in Form von Opisthotonus und Emprosthotonus, denen sodann klonische Krämpfe, als Schwimmbewegungen der Extremitäten, Kaumuskelkrämpfe nebst Zähneknischen des Gesichtes folgten. Daneben wurde auch Ueberschlagen, Rückwärtsgehen, beim Meerschweinchen auch Rollen um die Körperaxe, beobachtet.

---

1) „The London Medical Gazette." Vol. XII. London 1851. p. 30—31.

2) „Deutsche Klinik", herausgegeben von Dr. Alex. Göschen. Berlin 1853, p. 47—52. „Beiträge zur Kenntniss der Wirkungen des Picrotoxin" von Dr. C. Ph. Falck zu Marburg.

2. Ausser diesen Krämpfen trat jedesmal und zwar schon vor denselben, eine beträchtliche Beschleunigung der Respiration ein, die sich bis zur Dyspnoe steigerte. Während der Krampfanfälle war die Respiration jedesmal unterdrückt.
3. Die Herzbewegungen wurden beträchtlich verlangsamt und unregelmässig. Die Pupille zeigte wechselnde Weite; einmal trat auch Speichelfluss ein.

Versuche an Hunden ergaben im Wesentlichen dasselbe, Speichelfluss war stets sehr reichlich vorhanden; daneben wurde vor Eintritt der Symptome grosse Schreckhaftigkeit des Thieres, während derselben wiederholentliches Erbrechen beobachtet; bei Katzen fand sich mit Ausnahme des Erbrechens dasselbe. Bei Tauben fand Falck ausser den erwähnten Krämpfen noch Drehen im Kreise, Speichelfluss, Muskelzittern, häufiges Erbrechen, Tod durch Behinderung der Herz- und Respirationsbewegungen.

Sehr merkwürdige Krämpfe zeigte eine Natter, welche, den Kopf fest auf den Boden stemmend, ihren Hinterkörper in, mit fabelhafter Schnelligkeit auf einander folgende, ringelnde Bewegungen versetzte.

Beim Frosch beobachtete Falck neben tetanischen Anfällen eine starke Auftreibung des Leibes, welche sodann unter plötzlichen Stosskrämpfen, begleitet von Aufschreien mit eigenthümlich langgezogenem Ton, wieder verschwand; — ausserdem starke Verlangsamung der Herzbewegungen. Bei Fischen zeigte sich grosse Aufregung mit ungestümen Bewegungen.

Aus diesen Beobachtungen zieht nun Falck folgende Schlüsse: Das Gift, sagt er, scheine zu wirken:

1. Auf die Centralorgane des Nervensystems und besonders auf das Rückenmark.
2. Auf die vasomotorischen Nerven der Blutgefässe, wie auf das Herz und die Respirationsorgane.
3. Auf die Drüsen und die Schleimhaut und ganz besonders auf die Speicheldrüsen, welche es zur enormen Secretion zwingt.

Dies sind die mir bekannt gewordenen Arbeiten anderer Forscher über die Wirkungen des Pikrotoxins auf den thierischen Organismus.

Da nun seit dieser Zeit (1853) weitere Beobachtungen hierüber, meines Wissens, nicht mehr angestellt worden sind, die mitgetheilten aber, so vortrefflich sie für die damalige Zeit auch waren, doch bei dem heutigen Stande der Toxikologie einer strengeren Anforderung nicht mehr zu genügen vermögen, so habe ich auf Veranlassung des Hrn. Prof. Rosenthal die Wirkungsweisen des Pikrotoxins einer erneuten Untersuchung unterworfen, deren Resultate ich mir in Folgendem mitzutheilen erlaube. Die Versuche wurden im October und November dieses Jahres im hiesigen physiologischen Laboratorium, in dessen Räumen zu arbeiten mir Hr. Prof. du Bois-Reymond in liberalster Weise gestattete, angestellt und erfreuten sich der gütigen Unterstützung des Hrn. Professor Rosenthal.

Beiden Herren fühle ich mich daher zu lebhaftem Danke verpflichtet.

Um zunächst die allgemeinen Vergiftungssymptome an Fröschen kennen zu lernen, löste ich mir $^1/_{10}$ grm. Pikrotoxin (das Präparat war vom hiesigen Apotheker Schering bezogen) zuerst in 25 grm. und später, da sich trotz längeren Erhitzens nicht alles Pikrotoxin vollständig löste, in 30 grm. oder cubc. destill. Wassers auf. Von der ersten Lösung enthielt somit 1 cubc. circa 4 Milligramme, von der zweiten etwas über 3 Milligramme Pikrotoxin.

Versuche, welche ich mit $^1/_2$—1 cubc. der ersteren Lösung am 17., 18. und 19. October anstellte, ergaben mir folgendes Resultat:

Die Frösche wurden unmittelbar nach der Injection des Giftes in die Bauchhöhle unruhig und gaben durch häufiges Anspringen gegen die sie bedeckende Glasglocke eine gewisse Erregtheit zu erkennen.

Nach Verlauf aber von 8—15 Minuten (je nach der Grösse

der Dosis) wurden die Bewegungen schwerfällig und kriechend, und die vorherige Aufregung wich nun rasch einem Zustand von Betäubung und Somnolenz: der Frosch sinkt mit eingezogenen Augen in sich zusammen, spontane Bewegungen erfolgen nicht mehr und die Reflexerregbarkeit ist beträchtlich herabgesetzt, bisweilen sogar vollständig vernichtet.

Nachdem diese erste Wirkung des Giftes einige Zeit (bis zu $^1/_4$ Stunde) angedauert hatte, erfolgten nun auf ein Mal mehrere rasch (alle $^1/_2$ oder $^3/_4$ Min.) auf einander folgende Anfälle von heftigstem Opisthotonus, in denen der Frosch mit den starr emporgerichteten Extremitäten und dem Rücken einen nach oben concaven Bogen bildend, nur mit der Brust den Tisch berührte. Während der Zeit hatte der Leib eine auffallende trommelartige Auftreibung erlitten und der Frosch gerieth, indem die Anfälle mehr und mehr ihren Charakter von Opisthotonus verloren und sich dem Emprosthotonus näherten, plötzlich in grosse Aufregung. Während er bis dahin trotz der Anfälle eine Ortsveränderung nicht gemacht hatte, schob er sich jetzt auf dem kugelförmigen Leib mit grosser Schnelligkeit, bisweilen sogar sprungweise, vorwärts, drehte sich auch wohl halb im Kreise u. dgl. und nun erfolgte plötzlich unter heftigen klonischen Krämpfen der Extremitäten, bei aufgesperrtem Maule, mit einem laut knarrenden gedehnten Geräusch ein plötzliches Abschwellen des enorm aufgeblasenen Leibes, worauf der Frosch einige Secunden, wie von höchster Anstrengung erschöpft, zusammensank.

Jetzt folgten sich in grösseren Abständen viele allgemeine tetanische Anfälle von ausgesprochenem Emprosthotonus: der Frosch stemmte den Kopf auf den Boden, erhob sich etwas mit den Hinterbeinen und bildete so mit dem Rücken einen convex nach oben gerichteten Bogen. Im weiteren Verlauf erfolgten hierbei oft die wunderlichsten Stellungen der Hinterbeine, sie wurden recht- ja vollständig spitzwinklig zum Oberkörper hinauf geschlagen, wobei sich der Frosch nach rückwärts oder seitwärts schob, auch wohl sich gelegentlich überschlug oder Bewegungen im Kreise um eine ausser ihm gelegene Axe anstellte.

Zum Schluss veränderten die Krampfanfälle nochmals ihren

Charakter, indem nunmehr zeitweise eine ruckweise tetanische (orthotonische) Streckung der Hinterextremitäten erfolgte, während der Frosch sonst mit, dem Oberkörper gestreckt nach hinten gerichtet anliegenden, Vorderextremitäten wie todt dalag. So dauerten diese Anfälle, mehr und mehr an Stärke verlierend, während die Pausen zwischen ihnen an Extensität wuchsen, viele Stunden an, bis zu dem bisweilen erst nach 2—3 Tagen erfolgendem Tode des Thieres.

Die Herzbewegungen fand ich, als ich den Frosch während der emprosthotonischen Krämpfe öffnete, stark verlangsamt, durch Verlängerung der Diastole, das Herz mit dunkelem Blut erfüllt und stark dilatirt, alle Capillaren des Körpers überfüllt und schön injicirt. Die Anfangs so gut wie aufgehobene Reflexerregbarkeit war später wieder deutlich nachzuweisen. Muskel und Nerven zeigten sich in ihrer elektrischen Reizbarkeit nicht verändert.

Es fragte sich nun zunächst, durch welche Ursachen die geschilderten Erscheinungen veranlasst würden. Dass es sich hier um eine starke und langdauernde Reizung der nervösen Centralorgane handelte, war unschwer einzusehen und auch schon von allen frühern Beobachtern behauptet worden. Der Versuch hatte hier zunächst zu entscheiden durch Reizung welcher Theile der Centralorgane die erwähnten Krämpfe hervorgerufen wurden.

Zuerst entfernte und zerstörte ich (19. October) einem Frosch nach Aufbrechen der Schädeldeke das Grosshirn und vergiftete dann. Die Krämpfe traten durchaus in derselben Weise und Reihenfolge ein.

Dagegen zeigte sich als ich nun einem anderen Frosch (20. October) durch einen Querschnitt die Lobi optici von der Medulla trennte und erstere zerstörte, dass die Krämpfe nicht in gleicher Intensität und Regelmässigkeit erfolgten wie zuvor, namentlich traten die opisthotonischen Krämpfe so gut wie gar nicht hervor, am ausgeprägtesten war das Stadium der orthotonischen Streckungen.

Als ich darauf an demselben Tage bei einem Frosch auch noch die Medulla oblongata abtrennte und zerstörte, erfolgte

nach der Injection des Giftes keine Spur von Krämpfen, der Frosch lag beständig comatös da, nur auf Reizung des Steisses mit Essigsäure erfolgten bis zum Tode des Thieres lebhafte und vollkommen regelmässige Wischbewegungen der Hinterbeine, die Reflexerregbarkeit hatte also in diesem Falle gar keine Einbusse erfahren; ebenso zeigten sich bei diesem Frosche die Herzbewegungen wenig verändert. Ein zu gleicher Zeit an einem vollkommen unversehrten Frosch angestellter Controlversuch zeigte, dass nicht etwa Unwirksamkeit der Lösung an dem Ausbleiben der Symptome Schuld sei.

Diese Versuche wurden in der Folge noch mehrmals wiederholt, mit demselben Erfolg. So stellte ich am 21. October einen Versuch in der Art an, dass ich von 3 Fröschen den einen unversehrt liess, dem zweiten die Lobi optici, dem dritten die Medulla oblongata zerstörte. Beim ersten (A) traten die Symptome vollständig wie sie oben beschrieben sind auf, bei B in ähnlicher Weise, nur weniger deutlich und geordnet, Frosch C hingegen verhielt sich vollständig ruhig und wischte Essigsäure stets eifrig und in normaler Weise ab:

Um 10 h 20 ' Vorm. war bei allen 3 Fröschen je 1 cubc. der Pikrotoxinlösung (= 0,000333 grm. Pikrotoxin) injicirt, um 10 h 43 ' traten bei B, um 10 h 51 ' bei A zuerst deutlich ausgesprochene Opisthotonusanfälle ein, um 11 h 42 ' waren bei beiden Fröschen die Krämpfe in das letzte Stadium, das der orthotonischen Streckungen, übergangen, während C noch vollkommen normal auf Essigsäure reagirte.

Um 3 h 15 ' Nm. öffnete ich bei allen 3 Fröschen die Brusthöhle. Das Herz von C pulsirte noch 34—36 Mal in der Min., das von A und B nur 24 Mal und unregelmässig (beide Frösche hatten noch, wenn auch schwach, deutliche Streckkrämpfe), und ausserdem machte ich namentlich an A, der noch von den drei Fröschen der kräftigste war (B war durch Blutverlust bei Wegnahme der Lobi optici sehr geschwächt) die interessante Beobachtung, dass jedesmal kurz nachdem ein Krampfanfall erfolgt war, das enorm ausgedehnte und blutüberfüllte Herz für einige Zeit (15 Secunden) vollkommen stillstand, um sodann wieder mit der vorigen Frequenz weiter zu schlagen.

Am folgenden Tage, den 22. October um 9 h 30 ' Vorm. zeigte Frosch A noch lebhafte Streckkrämpfe, sein Herz pulsirte noch 18 Mal in der Minute und stand bei jedem Krampfanfall längere Zeit still, Frosch C zeigte ausser einer Herzpulsation von 22 pro Minute kein Lebenszeichen, Frosch B war todt.

Nach diesen Versuchen konnte es mir nun nicht mehr zweifelhaft sein, dass jene eigenthümlichen durch Pikrotoxin verursachten Krämpfe hervorgerufen würden von einer Reizung der Lobi optici sowohl, als besonders der Medulla oblongata, ja vielleicht ausschliesslich der Letzteren, da dass Unregelmässig- und Schwächerwerden der Anfälle nach Wegnahme der ersteren auch in dieser Operation und dem dabei entstandenen Blutverlust seinen Grund haben kann.

Wie man sieht ist also zwischen dem Strychnin und Pikrotoxin, welche bisweilen mit einander in Bezug auf ihre Wirkungen identificirt worden sind, ein scharfer Unterschied zu machen, der noch mehr in die Augen springt, wenn man erwägt, dass bei der Pikrotoxinwirkung die Reflexerregbarkeit des Rückenmarks nicht allein nicht erhöht, sondern sogar zeitweise bis zum Verschwinden herabgesetzt ist. Worauf dies beruht, werden wir später sehen.

Ob der zweimal wechselnde Charakter der Krämpfe, erst Opisthotonus, dann Emprosthotonus und endlich Orthotonus vielleicht aus einer von oben nach unten fortschreitenden Erregung der Medulla oblongata durch das Gift abzuleiten sei, kann freilich nur vermuthet werden, da bei unserer noch so mangelhaften Kenntniss der Physiologie der gangliösen Elemente der Centralorgane eine Entscheidung noch nicht möglich ist.

Dafür zu sprechen scheint die, entschieden von einer Depression der Gehirnthätigkeit herzuleitenden Somnolenz, welche sich als Beginn der Vergiftungserscheinungen nach einer kurz vorübergehenden Excitation bemerklich macht.

Da es sich also hiernach um eine Reizung der gangliösen Elemente der Med. oblg. handelt, so lag die Vermuthung nahe, dass neben den Centren der allgemeinen Körperbewegungen

in der Medulla oblongata auch noch andere wichtige Centralorgane z. B. das Vaguscentrum eine Reizung erführen; diese Vermuthung gewann an Wahrscheinlichkeit in Folge der oben mitgetheilten Beobachtung der Affection der Herz- und, voraussichtlich auch, der Respirationsbewegungen, letzteres mit Bezug auf das merkwürdige Aufgeblasensein des Frosches. Vielleicht konnte auch die Schwächung der Reflexerregbarkeit hierauf bezogen werden.

Um diese Vermuthungen zur Gewissheit zu erheben, wandte ich mich nun zunächst zu dem Studium der Herzbewegungen und deren Veränderungen unter dem Einfluss des Pikrotoxins. Ich stellte die Versuche sowohl an dem unversehrten Frosch, als auch nach Durchschneidung beider Vagi an, um zu sehen, welchen Einfluss letztere Operation auf den Ablauf der Erscheinungen hatte.

Ich erlaube mir im folgenden einige dieser Versuche mitzutheilen, welche geeignet sind, sowohl auf die Modificationen der Herzbewegungen als auch das Aufgeblasenwerden des Frosches einiges Licht zu werfen.

Am 22. October 9 h 40 ' Vorm. zeigte ein in der Rückenlage befestigter Frosch nach Blosslegung des Herzens: 40, 42, 40 Pulsationen in der Minute.

9 h 57 ' 40 pr. Min.

9 h 59 ' dem Frosch wird 1 cubc. der Lösung = 0,0033 grm. Pikrotoxin in die Bauchhöhle injicirt.

10 h 1 ' Herzp. 44,
„ 2 ' „ 40,
„ 3 ' „ 41,
„ 4 ' „ 40,
„ 5 ' „ 40,
„ 6 ' „ 43,
„ 7 ' „ 40,
„ 8 ' „ 43,
„ 9 ' „ 41, } Die linke Lunge des Frosches wird nach und nach stark aufgeblasen;
„ 10 ' „ und ist wegen ihres ausgedehnten Zustandes nicht mehr in die Brusthöhle zurückzubringen.
„ 12 ' „ 42,

10 h 13 ' Herzp. 44,
„ 14 ' „ 44,
„ 15 ' „ da die linke Lunge wegen ihrer starken Ausdehnung das Herz überdeckt, wird der Schultergürtel entfernt, um das Herz besser beobachten zu können.
„ 17 ' „ 42,
„ 18 ' „ 42,
„ 19 ' „ 44,
„ 20 ' „ 42,
„ 21 ' „ 42,
„ 22 ' „ 43,
„ 23 ' „ 42, } die linke Lunge ist noch mehr und dergestalt aufgeblasen, dass sie das Herz ganz bei Seite schiebt.
„ 24 ' „ 43,
10 h 25 ' die linke Lunge schwillt noch immer mehr an.
10 h 26 ' jetzt beginnt auch die rechte Lunge sich auszudehnen.
10 h 27 ' Herzp. 39,
10 h 28 ' „ 38, } pr. Min.
10 h 29 ' beide Lungen enorm aufgetrieben. Der Frosch hat den ersten Opisthotonusanfall, wobei das Herz stehen bleibt.
10 h 32 ' Herzp. 32, 10 h 33 ' Herzp. 29 pr. Min.
10 h 34 ' das Herz bleibt während sehr heftiger Opisthotonusanfälle, zeitweise mehrere Secunden lang in der Diastole stehen.
10 h 36 ' der Frosch ist in grosser Aufregung, starker Opisthotonus, heftige klonische Krämpfe der Extremitäten und vieler Körpermuskeln.
10 h 37 ' Herzp. 27,
„ 38 ' „ 31,
„ 39 ' „ 30,
10 h 40 ' die Opisthotonusanfälle dauern, wenn auch weniger energisch fort; beide Lungen noch colossal aufgeblasen. Maulaufsperren.
10 h 42 ' Herzp. 31,
„ 43 ' „ 30,
„ 44 ' „ 30, } die Lungen sinken plötzlich zusammen.

10 h 47 ' Herzp. 28,
„ 48 ' „ 28, } der Frosch hat periodisch sich wiederholende Anfälle von Emprosthotonus;
„ 49 ' „ 28,
„ 52 ' „ 27,
„ 53 ' „ 29, } und während jedes Krampfanfalles bleibt das Herz einige Zeit in der Diastole stehen.
„ 54 ' „ 27,

Das Herz ist stark dilatirt, und von dunkelblaurothem Blute überfüllt.

Als ich nun die Muskeln und Nerven auf ihre Erregbarkeit untersuchte, zeigten sie sich vollkommen normal.

Am 23. October wiederholte ich denselben Versuch mit Durchschneidung der vagi.

11 h 40 ' Vorm. der Frosch rücklings befestigt und nach Blosslegung des Herzens und Wegnahme des Schultergürtels die beiden vagi durchrissen. Herzp. 42—43 pr Min.

11 h 41 ' Inj. von 1 Cubc. der Lösung,

11 h 44 ' Herzc. 42 pr. Min.

11 h 47 ' „ 45,
„ 48 ' „ 45,
„ 53 ' „ 42,
„ 54 ' „ 44,
„ 57 ' „ 46, } pr. Minute.
„ 58 ' „ 46,
„ 59 ' „ 47,
12 h 3 ' „ 47,

12 h 4 ' „ 47, jetzt erfolgt der erste Opisthotonusanfall, die Lungen liegen ganz schlaff und unaufgeblasen in der Brust-Bauchhöhle.

12 h 6 ' starker Opisthotonus, Herzschlag unregelmässig, mit verlängerter Diastole, während die Anfälle in grosser Anzahl rasch auf einander folgen.

12 h 7 ' Herzp. 35, also verlangsamt, trotz der heftigsten Anfälle erfolgt aber kein Stillstand der Herzbewegungen.

12 h 14 ' Herzp. 35,
„ 16 ' „ 35,
„ 17 ' „ 36,
„ 18 ' „ 37,

12 h 19 ' Herzp. 38,
„ 20 , „ 37,
„ 21 ' „ 37,
„ 22 ' „ 35,

12 h 24 ' Herzp. 37,
„ 27 ' „ 37,
12 h 28 ' Herzp. 39,
„ 29 ' „ 39.

Während dieser ganzen Zeit folgten sich die Krampfanfälle in der gewöhnlichen Weise, der Herzschlag erfuhr aber niemals, auch nur die geringste Unterbrechung, das Herz pulsirte, abgesehen von einer geringen Verlangsamung, regelmässig und energisch weiter, auch beim Eintreten eines Krampfanfalles.

Dem gegenüber noch ein Versuch vom selbigen Tage ohne Durchschneidung der Vagi:

2 h 55 ' bei einem Frosch wurde das Herz freigelegt, das 30 Contr. pr. Min. machte. Injection von 1 Cubc. der Lösung.

2 h 56 ' Herzp. 30,
„ 57 ' „ 29,
„ 58 ' „ 29,
„ 59 ' „ 28,
3 h 2 ' „ 28,
„ 3 ' „ 29,
„ 4 ' „ 28,
„ 7 ' „ 28,
„ 8 ' „ 28,
„ 9 ' „ 28,
„ 12 ' „ 26,
„ 13 ' „ 28,
„ 14 ' „ 27,
„ 15 ' der Frosch hat einen schwachen Opisthotonusanfall.
2 h 17 ' Herzp. 30
„ 18 ' „ 31,
„ 19 ' „ 34,
„ 22 ' „ 30,
„ 23 ' „ 29,
„ 24 ' „ 29, } Die Lungen sind aufgeblasen.
„ 25 ' starker Opisthotonusanfall, wobei das Herz still steht.
„ 26 ' „ 28,
„ 27 ' neuer Anfall, Herzstillstand.

Es folgen neue Anfälle, Herzschlag höchst unregelmässig, peristaltisch, nicht zu zählen.

3 h 30 ' die Anfälle von Opisthotonus mehren sich, klonische Krämpfe.

3 h 32 ' bei beständigen tetanischen Anfällen ist der Herzschlag im hohen Grade unregelmässig, zeitweise pausirend, höchstens 16 Schläge pr. Min.

3 h 33 ' Herzp. 9,
3 h 34 ' „ 8, } der Frosch ist in furchtbarer Aufregung, heftigste klonische Krämpfe.

3 h 35 ' Herzschlag vollständig sistirt, die Aufregung des Frosches hat den höchsten Grad erreicht: unter

beständigen Krämpfen und bei geöffnetem Maule erfolgt plötzlich mit laut und langgezogenem Geräusch Abschwellen und Zusammensinken der aufgeblasenen Lungen.

$3^h\,35'$ — $3^h\,40'$ während dieser Zeit steht das Herz fast beständig still, enorm dilatirt und blutüberfüllt, nur dann und wann erfolgt ein einzelner aber regelmässiger und energischer Herzschlag.

$3^h\,44'$ Herzp. beginnen wieder, 10 pr. Min.

$3^h\,43'$	„ 13,	Contractionen pr. Min Die Krämpfe haben jetzt einen emprosthotonischen Charakter, bei jedem Anfall erfolgt stets Herzstillstand, der etwas später als der Anfall einsetzt und ihn einige Zeit überdauert.
„ $44'$	„ 17,	
„ $47'$	„ 11,	
„ $48'$	„ 12,	
„ $49'$	„ 12,	
„ $54'$	„ 12,	

Ich denke diese Versuche — deren ich noch mehrere anführen könnte — genügen, um in deutlicher Weise die Abhängigkeit der Störungen der Herz- und Respirationsthätigkeit, durch das Gift, von einer Reizung der Vaguscentren in der Med. oblg. zu zeigen.

Bei unversehrten Vagi erfolgte nicht allein Verlangsamung der Herzaction, sondern bei jedem Krampfanfall sogar vollständiger Stillstand des Herzens, der in dem zuletzt mitgetheilten Versuch am Ende des opisthotonischen Stadiums fast während 5 Minuten continuirlich war, zugleich zeigte sich, dass jene oft erwähnte Auftreibung des Frosches herrühre von einer Ueberfüllung seiner Lungen mit Luft, also von einer Behinderung der Respiration und dass das plötzliche Abschwellen durch ein plötzliches Entweichen der eingepumpten Luft geschehe, die, ein ihr anfangs entgegenstehendes Hinderniss gewaltsam durchbrechend, jene auffallenden langgedehnten Geräusche hervorbrachte.

Von alle diesem war aber nach Durchschneidung der Vagi nichts zu bemerken. Während der Anfälle wurde die Herzbewegung zwar verlangsamt, aber das Herz pulsirte trotz des heftigsten Tetanus regelmässig und ungeschwächt weiter, niemals erfolgte Herzstillstand; — sodann zeigte sich keine

Störung der Respiration: kein Aufblasen der Lungen, keine Athemnoth.

Hiernach fand sich denn meine Vermuthung bestätigt, dass sowohl die Behinderung der Herz- als auch der Respirationsbewegungen von einer Reizung der in der Med. oblg. gelegenen Vaguscentren abzuleiten sei. Nur in Betreff der Herzbewegungen konnte ich noch zweifeln, ob die Reizung der Med. oblg. die alleinige Ursache der Behinderung derselben sei, da ja nach Durchschneidung der Vagi doch noch eine, zwar geringe, aber deutlich nachweisbare, Verlangsamung der Herzaction eintrat.

Um diesen Punkt einer Entscheidung zuzuführen, beschloss ich die Vaguscentren im Herzen durch Curare oder Nicotin zu paralysiren und nun das Verhalten der Herzbewegungen unter dem Einfluss des Pikrotoxin zu studiren. Versuche, die ich mit Curare am 2., 3. und 4. November anstellte, ergaben kein entscheidendes Resultat, da, wie sich herausstellte, die Curarelösung nicht stark genug war, um den Vagus zu lähmen; dasselbe Schicksal hatten Versuche mit einer Nicotinlösung (am 5. und 6. November) — in beiden Fällen erfolgte doch noch Herzstillstand durch Pikrotoxinwirkung, während bei gleichzeitigen Controlversuchen mit durchschnittenen Vagis nur Verlangsamung der Herzbewegungen erfolgte.

Erst mit einer frischbereiteten Nicotinlösung (1 Cubc. einer 10 % Lösung) gelang es mir tadellose Versuche anzustellen, von denen ich einen hier folgen lasse:

Am 18. November um

2 h 50 ′ Nachm. befestigte ich einen Frosch in der Rückenlage und beobachtete nach Freilegung des Herzens 8 Pulsationen in 15 Sec.

2 h 53 ′ Inj. von 1 Cubc der Nicotinlösung unter die Haut des Oberschenkels; bald darauf erfolgten die bekannten Nicotinkrämpfe, während welcher der Herzschlag fast unmerklich sistirte, und sodann sich mehr und mehr belebend, wieder bis zu 8 Pulsat. pr. 15 Sec. anwuchs.

2 h 58 ′ noch dauern die Krämpfe an.

2 h 59 ′ Herzp. 9 pr. 15 Sec.

3 h 3 ' Herzp. 9, 8, 8, 8, 9, 8, 8, 8, 9 pr. 15 Sec., die Krämpfe haben jetzt aufgehört.

3 h 6 ' Herzp. 9, 8, 9, 8, 8, 9 pr. 15 Sec.

3 h 7 ' Herzp. 9. 8, 9, 8, 9 pr. 15 Sec.

3 h 11 ' Herzp. 9, 9, 8, 9, 8, 9, 9, 8, 9 pr. 15 Sec.

3 h 14 ' Inj. von 1 Cubc. Picrotoxinlösung in die Bauchhöhle. (Frosch A.)

3 h 15 ' Zur Controle injicire ich jetzt auch bei einem frischen Frosch (B) 1 Cubc. Picrotoxinlösung.

3 h 19 ' Puls. bei A. 8, 9, 8, 9, 8, 9.

3 h 22 ' „ 9, 9, 9, 8, 9, 8, 9.

Der Frosch A. ist nun vollständig gelähmt in Folge der Nicotininj.

3 h 25 ' Puls. 9, 9, 9, 8, 9, 8, 9.

3 h 27 ' Frosch B ist comatös geworden.

3 h 30 ' Bei A Puls. 8, 10, 8, 8, 9, 9, 9, 9.

3 h 35 ' „ 9, 9, 8, 9.

3 h 38 ' Frosch B ist jetzt am Aufblasen seiner Lungen, er inspirirt tief und höchst eifrig.

3 h 41 ' Puls. bei A: 9, 9, 9, 9, 9.

3 h 42 ' Soeben hatte B einen starken Opisthotonusanfall.

3 h 43 ' wiederum gleicher Anfall.

3 h 44 ' Puls. bei A 9, 9.

3 h 46 ' jetzt hat auch A einen intensiven Opisthotonusanfall, dergleichen wiederholen sich bei B mehrmals.

3 h 49 ' Puls. bei A 8, 9, 8, 9, aber bisher kein neuer Krampfanfall, während dieselben B mehrmals befallen, derselbe ist jetzt stark aufgeblasen.

3 h 51 ' A hat 9, 8, 9 Puls. pr. 15 Sec., aber nur wenn er gereizt oder umgedreht wird Opisthotonusanfälle, die sich nicht im Entferntesten mit denen bei B an Intensität messen können; letzterer beginnt jetzt sich auf dem kugelförmigen Leib vorwärts zu schieben. Offenbar hat die Reizung der Medulla oblg. bei A grosse Mühe sich durch das in Folge der Nicotininj. in seiner Leitungsfähigkeit beträchtlich abgeschwächte Rückenmark Bahn zu brechen; auch das Ausbleiben

des Aufblasens der Lungen bei A erklärt sich leicht, da A nach der Nicotininj. nicht mehr athmet.

4 h 3 ' Frosch A verfällt jetzt spontan und mehrmals in Opisthotonus, seine Herzp. 7, 7, 8, 7 pr. 15 Sec., also etwas verlangsamt.

Bei B erfolgte im Stadium der höchsten Aufregung, als die Aufblasung der Lunge ihr Maximum erreicht hatte, ein Vorfall des Oesophagus und Magens in die Mundhöhle, den ich ihm mit einem Scalpellstiel wieder zurückschob.

4 h 7 ' Herzp. bei A 7, 8, 7, 8, 7, 7, 7, 7.

4 h 8 ' Auch bei A ist jetzt grosse Aufregung vorhanden, neben zahlreichen Opisthotonusanfällen, lebhafte klonische Krämpfe. Herzp. 6, 7, 7, 7, 6, 7 pr. 15 Sec., niemals aber Herzstillstand.

B hat jetzt tetanische Streckungen der Extremitäten.

4 h 12 ' Puls. bei A 7, 7, 7, 7.

4 h 15 ' „ 7, 7, 7, 7, die Herzpulsationen erfolgen höchst regelmässig und energisch, Herz dunkelblau, blutüberfüllt; trotzdem emprosth. Krämpfe.

4 h 21 ' Herzp. bei A 7, 7, dem Frosch B legte ich nun das Herz frei, es erfolgte dabei starker Emprosthotonus und das Herz steht bei ihm stark dilatirt vollständig still, hernach 6, 4 Puls. pr. 15 Sec.

4 h 23 ' Bei A hingegen regelmässig 7, 7, 7 Puls.

Als ich nun am 20. November, also nach 2 Tagen, um 2 h 30 ' Nachm. die Frösche wieder aufsuchte, lebten Beide noch und zwar ist Frosch A, der mit Nicotin und Pikrotoxin vergiftet war, sogar lebendiger als B, er hat noch sehr energische Tetanusanfälle.

Herzp. 7, 7, 7 pr. 15 Sec. Doch erfolgte während der Anfälle jetzt eine bedeutende Abschwächung der Herzaction, in Form starker Verlängerung der Diastole z. B. in folgender Weise:

Krampfanfall und Herzp. 4, 5, 6, 7, 7 pr. 15 Sec. Offenbar ist nun die Wirkung des Nicotins auf den Vagus schon vorübergegangen, während die Pikrotoxinwirkung noch fortdauert.

Bei Frosch B erfolgen die Anfälle nur schwach und das Herz wurde Anfangs vollständig stillstehend gefunden, sodann 7 Puls. pr. 15 Sec.; beim Tetanusanfall erfolgt Herzstillstand und dann 2, 5, 6, 7 Puls. pr. 15 Secunden.

Auch diesen Versuch habe ich mit gleichem Erfolg wiederholt, und es ergiebt sich aus demselben, dass auch nach vollständiger Lähmung der Vagusendigungen im Herzen die Inj. von Picrotoxin eine mässige Verlangsamung der Herzbewegungen, ebenso wie nach Durchschneidung der Vagi, hervorruft, während aber niemals ein Herzstillstand eintritt. Hieraus ist also zu schliessen, dass das Pikrotoxin neben seiner Reizung der in der Med. oblg. gelegenen Vaguscentren, noch in directer Weise die Herzbewegungen afficirt, und zwar muss es, da man die Vagusendigungen ausschliessen muss, denn trotz ihrer Lähmung durch Nicotin tritt Verlangsamung der Herzbewegungen ein, entweder direct die Herzmusculatur beeinflussen oder deletär auf das motorische Herznervencentrum wirken. Während nun die Wirkung auf die Medulla, bei unversehrten Vagis, sich in der bei jedem Krampfanfall eintretenden Sistirung der Herzbewegung und in der Verstärkung der Verlangsamung der Herzbewegung in den Krampfpausen ausprägt, tritt die directe Wirkung des Giftes auf das Herz nach der Durchschneidung und namentlich nach der Lähmung der Vagi durch Nicotin in der geringen Verlangsamung rein zu Tage.

Nachdem solchergestalt die Modification der Herzbewegungen festgestellt und ihre Ursachen im Wesentlichen, wie auch schon zu vermuthen stand, auf die oben (cfr. S. 47) im Allgemeinen nachgewiesene Reizung der Ganglienzellen der Med. oblg. durch das Gift zurückgeführt waren, wandte ich mich zum Studium der Respirationsstörungen.

Man erinnert sich, dass unter der Einwirkung des Giftes eine nach und nach zu enormer Höhe anwachsende Anschwellung des Leibes des Frosches, wie sich herausstellte, in Folge eines Vollpumpens seiner Lungen mit Luft, eintritt, und dass diese Anschwellung am Ende des Opisthotonus-Stadiums der Krämpfe mit grossem Geräusch wieder verschwindet. In einigen Fällen

habe ich auch weiterhin noch mehrmals bei demselben Thier diese Erscheinung beobachtet, sie war aber dann stets viel weniger auffallend.

Hr. Professor Rosenthal machte mich darauf aufmerksam, dass früher von Dr. C. Heinemann[1]) ein ganz ähnliches An- und Abschwellen des Frosches nach Durchschneidung der Vagusstämme unterhalb des Abganges der von ihm sogen. Laryngei superiores beobachtet worden sei. Heinemann[2]) leitet diese Erscheinung her von einer Verengerung der Glottis in Folge der Durchschneidung der sie erweiternden Nerven (laryng. inferiores) und dem Ueberwiegen der Inspiration über die Exspiration, er nennt die Erscheinung eine Art von Lungenemphysem des Frosches.

Da in unserem Falle von einer Lähmung eines Vagusastes a priori nicht die Rede sein konnte, vielmehr eine Reizung zu vermuthen war, so empfahl sich eine Prüfung des Verhaltens der Glottis nach der Injection des Giftes mit Hülfe des von Heinemann[3]) angegebenen Verfahrens.

Ich schnitt daher mittelst einer in den Mund eingeführten Scheere dem Frosch den Oberkiefer nebst dem Gehirn weg, und konnte nun, als die Respiration wieder begann, die Bewegungen des Aditus laryngis und der Glottis bequem beobachten. Da ich dieselben in vollständig derselben Weise erfolgen sah, wie sie Heinemann (a. a O. S. 21.) beschrieben hat, so brauche ich darauf nicht zurückzukommen und gehe sogleich zu ihrer Veränderung durch die Giftwirkung über.

Bei Versuchen am 31. Octbr. und am 2. und 3. Novbr. beobachtete ich darüber folgendes:

Nachdem, nach der Abschneidung des Oberkiefers, die Respiration wieder eingetreten und zu einer gewissen Constanz gediehen war, injicirte ich 1 Cubc. der Lösung und sah nun wie die Respirationsbewegungen mehr und mehr an Frequenz und Tiefe zunahmen. Während der Aditus laryngis zuvor bei

1) „Ueber den Respirationsmechanismus der Rana esculenta." Virchow's Archiv Bd. 22, p. 1—39.

2) a. a. O. p. 33.

3) a. a. O. p. 29.

dem Aufsteigen des Kehlkopfes nur in seinem mittleren Theile sich öffnete, geschah dies jetzt nach und nach in seiner ganzen Länge, so dass man tief in die Höhle hineinsehen und beiderseits die Stimmbänder deutlich wahrnehmen konnte. Die Bewegungen selbst wurden kürzer und energischer und als nun schon einige Anfälle von Opisthotonus eingetreten waren, folgten sich fast beständig ohne Pause die energischsten Bewegungen der Kehle, jedesmal mit weit klaffendem Aditus laryngis. Offenbar geschieht es durch diesen Vorgang, dass der Frosch sich mehr und mehr mit Luft vollpumpt, da gegen die energische Inspiration die Exspiration beträchtlich zurücktitt und vielleicht bald wegen tetanischer Spannung der Bauchmuskeln ganz ausbleibt.

Doch plötzlich änderte sich die Scene. Es war gegen Ende des opisthotonischen Stadiums, als auf einmal sich der Aditus laryngis krampfhaft zusammenzog und statt des zuvor weit klaffenden Spaltes plötzlich das ganze Lumen verschwand und nur eine, einer sternförmig zusammengezogenen Narbe nicht unähnliche, Stelle den Ort des früheren Aditus erkennen liess; dann erfolgte wieder mehrmals Oeffnung und Verschluss des Aditus und bei jeder Oeffnung des Aditus beobachtete man deutlich den vollständigen Verschluss der Glottis durch Aneinanderliegen der weissen glänzenden Stimmbänder — gleichzeitig erfolgte unter dem oft erwähnten laut schnarrendem Geräusch ein gewaltsames Auspressen der Luft in den Lungen durch die verschlossene Glottis. Mehrmals erfolgte nun noch Oeffnen und Schliessen des Aditus über den dicht aneinanderliegenden Stimmbändern, worauf dann auch diese wieder von einander wichen, um sofort bei jedem neuen Krampfanfall wiederum aneinanderzuschnellen.

Aus diesem Befunde kann man sich jetzt wohl für die früher beobachteten Erscheinungen eine genügende Erklärung ableiten. Offenbar handelt es sich auch bei der Respirationsstörung des Frosches um eine Reizung des Vagus und zwar seines Ursprungs in der Med. oblg.; — denn hieraus entsteht mittelbar die Steigerung der Frequenz und Intensität der Respirationsbewegungen im Beginn der Vergiftung, wodurch sich der Frosch aufbläht, hieraus erklärt sich ferner unmittelbar der Verschluss der

Glottis auf der Höhe der Wirkung und bei jedem neuen Krampfanfall, den man als wahren Spasmus glottidis zu bezeichnen nicht anstehen wird — hieraus endlich erklärt sich das Ausbleiben der Erscheinungen nach Durchschneidung der Vagi.

Zu beachten ist noch, dass genau zu der Zeit, wo die von so heftiger Aufregung des Frosches begleitete geräuschvolle Abschwellung seines Leibes zu Stande kommt, welche wie man nun leicht einsieht, durch das plötzliche Entweichen der Luft aus den überfüllten Lungen durch die krampfhaft verengerte Glottis verursacht wird, zu der Zeit also, wo die Reizung des Vaguscentrums in der Medulla oblg. ihr Maximum erreicht hat, gleichfalls die Herzbewegungen die beträchtlichste Störung erleiden; beobachtete ich ja doch dann bisweilen einen Herzstillstand von nahezu 5 Minuten. Offenbar liegt beiden Erscheinungen ein und dieselbe Ursache zu Grunde, nämlich die intensive Reizung des Vagusursprungs in der Medulla oblongata.

So wäre denn auch die Störung der Respirationsthätigkeit auf den gemeinsamen Heerd der Erkrankung, die gereizte Med. oblg., zurückgeführt und es handelt sich nun zum Schluss der beim Frosch beobachteten Erscheinungen, um das Verhalten der Reflexerregbarkeit.

Im Allgemeinen hatte ich schon bemerkt, dass die Reflexerregbarkeit, geprüft durch Betupfen mit Essigsäure, bald nach Beginn des comatösen Stadiums eine Herabsetzung erfährt, die sich bis zum Ende des opisthotonischen Stadiums fast bis zur vollständigen Vernichtung derselben steigert, dass aber später wieder Reflexe erfolgen. Ich hatte auch erwähnt, dass nach Zerstörung der Medulla oblongata die Reflexerregbarkeit während der ganzen Dauer der Vergiftung keine Einbusse erfährt.

Hieraus ergiebt sich schon, dass es sich hier nicht um eine Depression der Thätigkeit der Rückenmarksganglien, wie sie etwa von Nicotin, Calabar hervorgebracht wird, handeln kann.

Weitere Versuche nach der Türk'schen Methode angestellt (26., 28., 29., 30. October) ergaben dasselbe Resultat; nur, muss ich sagen, waren die Ergebnisse nicht immer ganz unzweideutige, da es wegen der heftigen Krämpfe bisweilen unmög-

lich war, nach dieser Methode zu entscheiden, ob Reflexe während derselben — dies gilt namentlich vom opisthotonischen Stadium — noch erfolgten oder nicht.

Deutlichst zeigten aber alle diese Versuche während des comatösen Stadiums eine beträchtliche Herabsetzung der Reflexerregbarkeit und im letzten Krampfstadium wieder ein deutliches Vorhandensein derselben.

Durchschnitt ich, als die Herabsetzung erfolgt war, das Cerebellum an der Grenze der Lobi optici und Medulla, so trat wieder eine Steigerung der Reflexerregbarkeit bis zur ursprünglichen Höhe ein, wie z. B. am 28. Octbr.

9 h 30 ' einem Frosch wird das Grosshirn zerstört und er an den Kiefern aufgehängt. Höchst verdünnte Schwefelsäure wird als Reiz angewandt und mit einem Metronom, das 100 Schläge in der Minute machte, gemessen.

9 h 34 '	Reflex nach	5 — 6	Metronomschlägen.
9 h 40 '	"	4	"
9 h 43 '	"	6 — 8	"
9 h 48 '	"	7	"
9 h 54 '	"	7 — 8	"
10 h	"	10 u. 9	"
10 h 3 '	"	9 u. 10	"
10 h 12 '	Inj. von 1 Cubc. der Lösung.		
10 h 16 '	Reflex nach	22 u. 18	Metronomschlägen.
10 h 22 '	"	18 u. 20	"
10 h 26 '	"	38 (?) u. 20	"
10 h 32 '	erster schwacher Opisthotonusanfall.		
10 h 33 '	Reflex nach	32 u. 23	Metronomschlägen.
10 h 36 '	"	39 u. 25	"
	starke Opisthotonusanfälle.		
10 h 40 '	Reflex nach	80 u. 40 ?	Metronomschlägen.
	die Reflexe sind nicht mehr deutlich nachzuweisen.		
10 h 48 '	heftige Krampfanfälle.		
10 h 53 '	nach Abtrennung der Lobi optici, Reflexe nach 13 und 10 Metronomschlägen.		
10 h 55 '	Reflex nach	12 u 10	Metronomschlägen.

10 h 58' Reflex nach 9 u. 11 Metronomschlägen.
11 h 40' „ 9 u. 11 } letztere Beide sind vielleicht
11 h 52' „ 9 u. 10 } nicht mehr beweiskräftig, da
sie zu einer Zeit gemessen wurden, wo auch sonst wieder Reflexe erfolgten.

Hiernach wird es wohl nicht ungerechtfertigt erscheinen, wenn ich aus diesen Versuchen schliesse, dass die in der ersten Zeit der Vergiftungserscheinungen beobachtete beträchtliche Herabsetzung der Reflexerregbarkeit herrühre von einer Reizung des im Niveau des sogenannten Cerebellum beim Frosch gelegenen Reflexhemmungscentrums (Setschenow) und so vereinigen sich denn alle am Frosch gemachten Beobachtungen zu dem Schluss: dass durch das Pikrotoxin eine starke und langandauernde Reizung der gangliösen Elemente, vorzugsweise, ja fast ausschliesslich, der Med. oblg. gesetzt werde. Hieraus erklärt sich das Auftreten der allgemeinen Krämpfe, der Herzverlangsamung und des Herzstillstandes, der Beschleunigung und Verstärkung der Athembewegungen des Glottiskrampfes und der zeitweise Verlust der Reflexerregbarkeit, kurz alle beobachteten Vergiftungssymptome — während ausserdem noch durch eine directe Einwirkung des Giftes auf das Herz, die Verlangsamung seiner Bewegungen erhöht wird.

Als ein Beweis, dass es sich hierbei in der That allein um eine Reizung der Med. oblg. handelt, kann ein Versuch gelten, den ich mehrmals mit gleichem Erfolge anstellte. Ich vergiftete einen Frosch mit Pikrotoxin und durchschnitt dann, als die Krämpfe ausgebrochen waren plötzlich das Rückenmark mit einer Scheere, gleichzeitig mit der Wirbelsäule etwas unterhalb der Scapulae, — sofort erschlaffte die ganze untere Körperhälfte und wurde nun nicht mehr erregt, während in der oberen die Krämpfe mit ungeschwächter Energie weiterbestanden.

Nächst diesen Versuchen an Fröschen habe ich noch einige Versuche an Kaninchen zur Bestätigung und Ergänzung der beobachteten Erscheinungen angestellt, namentlich auch um

die Veränderungen der Herzthätigkeit durch das Gift möglichst sicher zu stellen.

Ein Versuch, den ich am 27. October zunächst zur Feststellung der allgemeinen Vergiftungssymptome anstellte, ergab eine so vollständige Uebereinstimmung mit dem schon von Dr. Falck gefundenen, dass ich eine genauer eMittheilung füglich unterlassen kann, es erfolgte zunächst eine beträchtliche Steigerung der Respirationsfrequenz, dann folgten Opisthotonus anfälle, die in klonische Krämpfe der Extremitäten (vom Charakter der Schwimmbewegungen) und der Kaumuskeln übergingen und plötzlich in Folge respiratorischen Krampfes eintretender Tod.

Ob bei Kaninchen diese Krämpfe ebenfalls wie beim Frosch durch Reizung besonders der Med. oblg. oder wie nach den Versuchen von Nothnagel[1]) zu vermuthen steht, höher gelegener Hirntheile erregt werden, habe ich durch Versuche nicht festgestellt, da ich für sicher hielt, dass eine sichere Entscheidung vor der Hand noch nicht möglich sei.

Mir handelte es sich vorzugsweise um die Feststellung der Affection der Herzbewegungen, und von den zu diesem Ende angestellten Versuchen erlaube ich mir zunächst folgende mitzutheilen:

Am 31. October befestigte ich ein kleines Kaninchen in der Rückenlage, und fügte in die Trachea eine gläserne Canüle.

$9^h\ 40'$ Herzp. 46, Resp. 9 in 15 Sec.; die Herzbewegung zählte ich an einer in das Pericardium gestossenen Nadel.

$9^h\ 46'$ Herzp. 48—50, Resp. 10.

$9^h\ 50'$ „ 50 „ 10.

ich injicirte $^1/_2$ Cubc. der Picrotoxinlösung = 0,00166 grm. Picrotoxin unter die Haut des Oberschenkels.

$9^h\ 54'$ Herzp. 58—59, Resp. 11.

$9^h\ 56'$ „ 58 „ 11.

$9^h\ 58'$ „ 60 „ 12.

1) „Die Entstehung allgemeiner Convulsionen vom Pons und von der Medulla oblongata aus." Virchow's Archiv Bd. 44 p. 1–12.

10h 2' Herzp. 56 „ 12.

10h 4' „ 56 „ 12 Thier etwas unruhig.

10h 7' 40 plötzlich verlangsamt.

10h 8' 26.

10h 10' 22—25 Resp. 10.

10h 11' 21.

10h 12' 18.

10h 13' 22 unregelmässig, Resp. 8—9.

10h 14' 22 Resp. 14, das Thier wird von heftigen Krämpfen befallen.

10h 19' Herzp. 25 Resp. 17.

10h 21' „ 27 „ 15.

10h 22' „ 25 „ 15.

10h 13' „ 27 heftiger Opisthotonus, dann klonische Krämpfe in Folge dessen liess ich künstliche Respiration eintreten, da die Respiration gänzlich sistirte.

10h 36' Herzp. 25 nicht genau zu bestimmen.

10h 47' während dieser ganzen Zeit waren wegen heftiger klonischer Krämpfe der Brustmuskeln und des Zwerchfells weder Herz- noch Respirationsbewegungen festzustellen — künstliche Respiration.

10h 50' Herzp. 15.

10h 55' Herzp. 14, ein in Folge von Krampf des Zwerchfells drohender Suffocationsanfall wird durch künstl. Resp. glücklich beseitigt.

11h 3' Herzp. 16, das Thier athmet jetzt wieder ohne künstliche Respiration, aber beständig noch klonische Krämpfe.

11h 15' die Pupillen sind stark verengert, die Augen, weit hervortretend, werden durch spastische Contractionen der Augenmuskeln hin und her gezogen. Herzp. 15 bis 16 pr. 15 Sec.; beständig noch Schwimmbewegungen und Krämpfe der Kaumuskeln.

11h 23' Herzp. 23.

11h 26' „ 18.
11h 33' „ 21.
11h 40' „ 17.
} beständig noch klonische Krämpfe, Kaubewegungen, starke Thränensecretion.

11 h 45 ' Herzp. 17.

12 h jetzt durchschnitt ich beide Vagi Herzp. sofort 29—30.

12 h 2 ' Herzp. 29 auf Reizung eines Vagus tritt Herzstillstand ein.

Am 9. November richtete ich ein kleines Kaninchen auf gleiche Weise her.

4 h 40 ' Nachm. Herzp. 42, Resp. 10.
4 h 44 ' „ 40, „ 12.
4 h 46 ' „ 40, „ 13.
4 h 50 ' „ 40, „ 10.
4 h 55 ' jetzt inj. ich 1 Cubc. der Lösung (zuvor um 3 h 45 ' war schon etwas injicirt, war aber durch Versehen grösstentheils vorbeigegangen.
4 h 56 ' Herzp. 41, Resp. 11.
4 h 56 ' „ 40, „ 12.
5 h „ 40, „ 12.
5 h 1 ' „ plötzlich enorm verlangsamt, 24.
5 h 2 ' „ 27.
5 h 3 ' „ 29.
5 h 4 ' „ 27.
5 h 5 ' „ 26—28. Opisthotonusanfall.
5 h 7 ' „ 20. beständig Krämpfe.
5 h 9 ' „ 16. }
5 h 10 ' „ 7—10. } beständig klonische Krämpfe.
5 h 13 ' „ 8. }
5 h 14 ' „ 8. }
5 h 15 ' „ 7, jetzt durchschnitt ich den rechten N. vagus.
5 h 17 ' Herzp. sofort 13—14.
5 h 18 ' „ 13—14.
5 h 20 ' „ 17.
5 h 22 ' als ich auch den linken Vagus durchschnitt, stieg sofort die Pulsfrequenz auf 30.
5 h 25 ' Herzp. 28—30, heftige Krämpfe, namentlich der Kaumuskeln.
5 h 27 ' Herzp. 30—32.

5 h 30 ' Herzc. 35.

5 h 32 ' „ 40, dies war die höchste Frequenz, von der die Herzc. aber wieder bald auf 30—35 absanken.

Diese beiden Versuche zeigen deutlich, wie die starke Verlangsamung der Herzaction zum grossen Theil auf Rechnung einer Reizung des Vaguscentrums in der Med. oblg. zu setzen ist, — denn sofort nach Durchschneidung beider Vagi stieg die Pulsfrequenz wieder bedeutend. Sie zeigen aber auch deutlich, dass ausser dieser Ursache die Herzbewegungen noch in anderer Weise beeinflusst werden, da trotz Durchschneidung der Vagi die Frequenz doch nie die ursprüngliche Höhe erreichte, geschweige denn darüber hinaus ging. Dasselbe zeigten noch andere Versuche der Art, die ich am 11. und 12. Novbr. anstellte.

Ich schritt daher, wie bei den Versuchen am Frosch, zur Anwendung des Nicotin, um die Natur dieser directen Affection des Herzens festzustellen.

Am 13. November wurde ein kleines Kaninchen aufgebunden, und die Tracheotomie gemacht.

2 h 56 ' Puls. 66 pr. 15 Sec.

3 h 3 ' „ 62.

3 h 5 ' „ 64.

3 h 10 ' um das Thier möglichst bewegungslos zu machen, injicirte ich etwas Curarelösung, und leitete dann künstl. Resp. ein.

3 h 15 ' Puls. 48—50.

3 h 20 ' „ 50—54.

3 h 25 ' „ 56.

3 h 26 ' Inj. von 1/2 Cubc. Pikrotoxinlösung in die Oberschenkelmusculatur.

3 h 27 ' Puls. 60
3 h 30 ' „ 58
3 h 32 ' „ 54
3 h 33 ' „ 52 } Herzc. pr. 15 Sec.
3 h 35 ' „ 50
3 h 36 ' „ 52
3 h 37 ' „ 52

3 h 41 ' Herzp. 50.
3 h 42 ' „ 38 plötzlich stark verlangsamt.

3 h 45 '	Herzc.	38.	3 h 55 '	Herzc.	30.
3 h 46	„	37.	3 h 56 '	„	26.
3 h 47 '	„	32.	3h 58 '	„	26.
3 h 48 '	„	30.	4 h	„	26.
3 h 50 '	„	32.	4 h 10 '	„	26.
3 h 53 '	„	30.	4 h 11 '	„	26.
3 h 54 '	„	28.	4 h 13 '	„	26.

trotz der Curarevergiftung (die allerdings nicht vollkommen war) erfolgt jetzt eine Art Opisthotonusanfall und unruhige Bewegung des Thieres, Herzschlag nicht zu bemerken.

4 h 17 ' Herzc. ? nicht zu bemerken.
4 h 22 ' „ 13 (?) Zuckungen der Brustmuskeln verdecken die Schwingungen der Nadel.
4 h 45 ' Herzc. 18 nach Durchschneidung des rechten Vagus.
4 h 46 ' „ 20 }
4 h 47 ' „ 20 } wieder deutlich sichtbar.
4 h 49 ' „ 20 } jetzt durchschnitt ich auch den l. Vagus.
4 h 55 ' „ 22 }
4 h 56 ' „ 24 }
4 h 57 ' „ 26 }
5 h 4 ' „ 28 } Herzcontr.
5 h 5 ' „ 30 }
5 h 9 ' „ 30 }
5 h 10 ' „ 28.
5 h 11 ' als ich nun ½ Cubc. einer Nicotinlösung injicirte, stand das Herz gänzlich still; sodann erfolgten wieder, erst langsam und dann schneller, Pulsationen.
5 h 14 ' Herzc. 28 es konnte also angenommen werden, dass die Vagi gelähmt seien.
5 h 15 ' Herzc. 28.
5 h 17 ' „ 24—26.
5 h 18 ' „ 22 nochmalige Nicotininjection hatte nicht mehr Herzstillstand zur Folge.
5 h 20 ' Herzc. 19—20.

5 h 26 ' Herzc. 18.
5 h 28 ' „ 16.
5 h 12 ' „ 12.

Man ersieht aus diesem Versuch, dass, nachdem die Durchschneidung der Vagi eine Steigerung der Pulsfrequenz zur Folge gehabt, nun, nach Lähmung der Endigungen derselben durch Nicotin, trotzdem keine Steigerung, sondern im Gegentheil nur noch ein beschleunigtes Sinken der Pulsationen zu Stande kam — offenbar hat also der directe Einfluss des Giftes auf das Herz nichts mit einer Reizung der Vagusendigungen zu thun und es handelt sich dabei vielmehr um eine deletäre Wirkung auf das musculomotorische System — ein Schluss, zu dem uns schon die Versuche am Frosch geführt hatten.

Versuche, die ich dann noch mit Injection des Giftes in die Vena jugularis anstellte, um so eine möglichst directe Wirkung auf das Herz zu erzielen, zeigten Folgendes: Bei kleiner Dosis (1/4 Cubc.) trat zuerst die Herzverlangsamung und Respirationsbeschleunigung deutlich hervor und nach einiger Zeit erfolgten dann Opisthotonus- und klonische Krämpfe; — bei grösserer Dosis (1 Cubc.) erfolgten fast sofort die heftigsten Krämpfe und erst später eine merkliche Verlangsamung des Herzschlages; — eine merkliche Herzlähmung habe ich auf diesem Wege nicht herbeiführen können.

Fassen wir nunmehr das Gesammtergebniss der angestellten Versuche zusammen, so ist das Pikrotoxin als ein kräftiger Erreger der Medulla oblongata, d. h. aller in demselben gelegener Nervencentren, zu bezeichnen.

Durch die kräftige und langandauernde Erregung dieser Nervencentren entstehen die allgemeinen Convulsionen der Körpermusculatur, ferner, durch Reizung der Vaguscentren, sowohl Verlangsamung und beim Frosch vollständiger Stillstand der Herzbewegungen, als auch, indirect, Beschleunigung der Respiration, welche schliesslich durch Krampf der Glottis (und des Zwerchfells) ganz behindert wird. Auch wird, wenigstens beim Frosch, durch Reizung des Setschenow'schen Hemmungscentrums

die Reflexerregbarkeit zeitweise beträchtlich herabgesetzt. Ausser dieser Reizung der Medulla oblongata wirkt das Gift noch direct auf das motorische Herznervencentrum in geringem Maasse hemmend ein.

Wenn demnach auch das Pikrotoxin für therapeutische Zwecke durchaus nicht verwendbar erscheint, so ist es doch nicht ohne einiges wissenschaftliche Interesse, in demselben, zu der Zahl nun schon bekannter, speciell auf bestimmte Theile des Nervensystems wirkender, Stoffe, ein Neues kennen zu lernen, welches durch seine Wirkung auf einen so beschränkten, aber für den thierischen Organismus so wichtigen Abschnitt des Nervensystems zu so beträchtlichen und eingreifenden Allgemeinstörungen Veranlassung giebt.

Berlin, den 1. December 1868.

Ueber die Marksubstanz verschiedener Horngebilde, die Entwicklung des Knorpels im Rehgehörn und das sich daraus für das Schema der Zelle Ergebende.

Von

W. v. Nathusius,
Königsborn.

(Hierzu Tafel II., III. u. IV.)

Der Verf. hat in einer 1866 erschienenen grösseren Arbeit (Das Wollhaar des Schafs, Berlin, Wiegandt & Hempel), welche auch die Hautverhältnisse anderer Thiere, sowie den Igelstachel, berücksichtigte, Veranlassung gefunden, auf die Marksubstanz des Haares in ihren histiologischen Beziehungen näher einzugehen. Unvermeidlich wurde dieses dadurch, dass sehr unerwarteter Weise die herrschende Ansicht, dass die Markzellen nur modificirte Hornzellen sind, sich nicht bestätigen liess; sondern dass sich der Markstrang des Haars als eine in die epidermoïdalen Bildungen eindringende Wucherung der Bindesubstanz ergab. Die oben erwähnte Schrift war ihrer Gesammttendenz nach geeigneter in technischer Beziehung ein Interesse zu erwecken, es darf also wohl hier kurz wiederholt werden, dass der Verf. seine Auffassung u. a. darauf begründen zu können glaubt, dass:

1. Bei gewissen markhaltigen Schaf- und Rinderhaaren mit grosser Wahrscheinlichkeit, beim Igelstachel in

bestimmten Entwicklungsstadien aber ganz unzweideutig, der Markstrang sich als unmittelbare Fortsetzung der sogenannten Papille zeigt;

2. In manchen Haaren die Marksubstanz keineswegs als ein aus selbstständigen Zellen bestehendes Gewebe auftritt, sondern die Zellen aus denen sie hervorgegangen ist, zu einem geschichteten oder fasrigen Gewebe metamorphosirt sind;
3. Die Marksubstanz von Hystrix ein leimgebendes Gebilde ist.

Für die technische und züchterische Betrachtungsweise des Haares hatte diese Auffassung in mancher Beziehung und namentlich darin eine Wichtigkeit, dass sich die Hornsubstanz der verschiedensten Haare in ihrem Gefüge und ihrem specifischen Gewicht im Wesentlichen als identisch gezeigt hatte, und somit, indem die Marksubstanz nicht mehr als eine blosse Modification der Hornzellen, sondern als etwas genetisch von ihnen verschiedenes betrachtet werden musste, jede Veranlassung fortfiel, diejenigen Eigenschaften, welche verschiedene marklose Haare oder Wollen in technischer Beziehung charakterisiren, auf die Structur der Hornsubstanz zurückzuführen. Diese Eigenschaften erklärten sich genügend aus den Formverhältnissen der Haare.

In histiologischer und physiologischer Beziehung mag es dahin gestellt bleiben, welche Wichtigkeit der Frage: ob die Marksubstanz des Haares und vieler anderer Horngebilde in die Gruppe der Bindesubstanzen einzureihen ist, beizulegen ist; jedenfalls aber dürfte nicht bestritten werden, dass bei der grossen Bedeutung dieser Gruppe, und den mannichfach über sie noch schwebenden Controversen, ein neues Glied derselben ein eingehendes Studium verdienen würde.

Der Verf. hatte diesen Gesichtspunkt schon damals angedeutet, und hofft jetzt bezüglich der Entwicklungsgeschichte der Marksubstanz des Igelstachels vielleicht beachtungswerthe Resultate erlangt zu haben, welche weiter unten mitgetheilt werden sollen. Zunächst aber sei erwähnt, dass Wucherungen der Cutispapillen, deren Producte als Markstränge die Horn-

bildungen durchsetzen, sich nicht allein beim Haar finden, und dass es Haare giebt, bei welchen nicht eine, sondern mehrere Markröhren vorkommen, so dass sie sich dadurch eng an das anschliessen, was sich beim Huf und Horn findet.

Naunyn hat im vorliegenden Archiv 1861 eine auf Reichert's Veranlassung gemachte Arbeit „Ueber die Hornborsten am Schwanze des Elephanten" mitgetheilt. Sie ergiebt, dass diese ungewöhnlich starken Haare mit einem als Ausläufer der Papille zu betrachtenden System von Markcanälen durchzogen sind, und fasst Naunyn schon ganz richtig das Contentum dieser „Hornröhren" als Bindesubstanz auf, indem er sagt: „Die Art und Weise der Regeneration muss auch hier ganz analog dem Pferdehuf und dem Fischbein unter fortdauernder Mitbetheiligung der Matrix erfolgen, da wir die Canäle mit den sie erfüllenden Matrixresten bis in die äusserste Spitze des Haares verfolgen können."

Die Erwähnung des Pferdehufes geschieht hier in Bezug auf eine Arbeit von Ressel[1]), von der dem Verf. zu seinem grossen Bedauern nähere Kenntniss zu nehmen, nicht gelungen ist. Diese Ressel'sche Arbeit scheint ebenfalls schon von der correcten Auffassung der Markstränge als Bindesubstanz auszugehen, denn Naunyn führt an, dass beim Fischbein und Pferdehuf die parallele Streifung auf Längsschnitten „wie die Untersuchungen von Hehn[2]) und Ressel zeigen, dadurch entstehe, dass jene Gebilde aus vielen kleinen Horncylindern gebildet sind, welche durch eine dazwischen gelagerte Hornmasse verklebt und zu einem gemeinsamen Ganzen verbunden werden. „In der Axe jeder dieser kleinen Hornröhren verlaufen Canäle, welche die Reste der Papillen enthalten, um die die Hornröhren sich bilden."

Bezüglich des Elephantenhaares kann ich noch hinzufügen,

---

1) Beitr. z. patholog. Anatomie des Epithelialkrebses in: Studien d. phys. Instit. in Breslau. Herausgegeben von C. B. Reichert. Leipzig 1858.

2) De textura et formatione barbae balaenae diss. in aug. Dorpat 1849.

dass ich selbst auch in 0,27—0,24 Mm. dicken Mähnenhaaren des bekannten Lena-Mammuths, vielfache wenn auch nur schwache Markcanäle (bis zu 15 in einem Haar) gefunden habe. —

Was den Huf betrifft, so sind die Hornröhren, welche die Horndecke desselben bei den Wiederkäuern und Einhufern als Fortsetznng der Cutispapillen durchziehen, auch von Gurlt, Leisering u. A. ausführlich beschrieben und, freilich ohne Eingehen auf ihre zarten Structurverhältnisse, gut abgebildet, wenn auch nicht richtig gedeutet worden.

Auch in den Hornkapseln der Hörner vom Rind und Schaf hat schon Gurlt[1]) die Markstränge gesehen und beschrieben. Hier sind seine Beobachtungen allerdings weniger präcis als beim Huf, was sich daraus erklärt, dass er hauptsächlich die Hornkapsel des Rinds untersucht hat, in welcher die Marksubstanz weniger deutlich zu verfolgen ist. Das Horn des Schafs ist es, welches die Marksubstanz besonders schön und deutlich zeigt. Querschnitte oder Schliffe durch die Spitze der Hornkapsel zeigen bei älteren männlichen Thieren, wo die ursprüngliche Spitze mehr oder weniger abgenutzt ist, schon dem blossen Auge einen starken, ganz durchgehenden centralen Markstrang, der sich sowohl durch seine ganze Bildung, als auch durch seine Continuität mit dem Periost des Stirnzapfens und dadurch, dass Blutgefässe in ihm enthalten sind, unzweideutig als zur Bindesubstanz gehörig ergiebt: übrigens ist derselbe von kleineren, nur mikroskopisch nachzuweisenden Marksträngen umgeben, die sich von ihm abzweigen und die ganze Hornkapsel durchziehen.

Verf. muss sich vorbehalten, auf die Structur der Hornscheiden der fälschlich als „Hohlhörner" bezeichneten Wiederkäuer in einer besonderen Arbeit näher einzugehen, und sich hier, um den anderweitig reichlich vorliegenden Stoff bewältigen zu können, bezüglich derselben mit diesen Andeutungen begnügen.

1) Unters. ü. d. hornigen Gebilde des Menschen u. d. Haussäugethiere. Dieses Archiv 1836.

Ferner führt Leydig[1]) eigene und ältere Beobachtungen der Haut der Cetaceen an, aus welchen hervorgeht, dass sich diese in dem Vorkommen sehr verlängerter Papillen, die in den oberen Epidermisschichten den Charakter von Marksträngen annehmen, d. h. von Röhren, die durch ein besonderes zelliges Gewebe erfüllt sind, ganz an den Bau von Horn und Huf anderer Säugethiere anschliesst. Allerdings deutet Leydig seine Beobachtungen nicht in dieser Richtung. Er sagt: „Betrachtet man endlich die freie Fläche der Hornschicht vom Wallfisch, so unterscheidet das unbewaffnete Auge kleine scharf abgegrenzte Flecken, die mikroskopisch angesehen, sich als besonders geartete Epidermispartieen kund geben, indem sie von den gewöhnlichen Epidermiszellen genau umschriebene Haufen eigenthümlicher, rundlicher, mit concentrischen Ringen versehener Zellen darstellen. Soviel ich gesehen habe, entsprechen diese Flecke den Stellen, wo die Spitzen der Lederhautpapillen liegen —;" und ferner: „— glaube ich noch einmal bemerken zu müssen, dass, was ich vorhin beschrieb, nicht Hohlräume sind, sondern solide Zellenmassen, welche die Lage der in der Tiefe verborgenen Papillen auf der freien Fläche der Epidermis anzeigen."

Nach meinen eigenen Beobachtungen an Haar und Huf bezweifle ich nicht, dass dieses eine ganz zutreffende Beschreibung von der Bindesubstanz angehörigen „Markröhren" ist, es sich also nicht bloss um besonders geartete Epidermiszellen handelt.

Endlich hat nach einer mir freundlichst gemachten Mittheilung Graf Egloffstein bei einer unter Leydig's Leitung ausgeführten, aber nicht zum Abschluss gelangten histiologischen Bearbeitung der Haut des Rindes an dem sogenannten Flotzmaul, d. h. der haarlosen Hautstelle, welche zwischen den Nasenöffnungen und der Oberlippe liegt, Papillenbildungen und Erscheinungen in den Epidermisschichten gefunden, welche sich eng an das von Leydig in der Haut der Cetaceen Beob-

1) Ueber die äusseren Bedeckungen der Säugethiere. Dieses Archiv 1859.

achtete anschlossen. Diesen Befund am Flotzmaul des Rinds hat Verf. zu bestätigen Gelegenheit gehabt und wird noch weiter unten darauf zurückkommen.

In dem Eingangs erwähnten Werk hat Verf. schon Gelegenheit gehabt die Reissner'schen Anschauungen in dessen „Beiträgen zur Kenntniss der Haare u. s. w." Breslau 1854 näher zu würdigen. Auch Reissner nimmt eine Verlängerung der Papille durch die ganze Markröhre an, identificirt aber allerdings diese verlängerte Papille nicht mit den eigentlichen Markzellen.

Vorstehendes ergiebt, dass gegenüber von Cutispapillen, deren Längen-Ausdehnung eine begrenzte bleibt und deren Bildungszellen in Capillarnetze und Nervenendigungen übergehen, wie deren unzweifelhaft auch in Haaren vorkommen und wie sie z. B. Kölliker von Menschenhaaren beschrieben hat, auch ganze Reihen von Verhältnissen bestehen, wo wenigstens ein Theil der Bildungszellen der Papillen sich zu reproduciren fortfährt, und das neu gebildete Gewebe, in einem Zustande mehr oder weniger ausgesprochener Caducität, als Markstrang mit den umgebenden Hornzellen gegen die Oberfläche der Horndecke geschoben wird und dann dort derselben Abnutzung als die umgebende Hornmasse verfällt.

Aus dem weiten Felde, das sich so für das Studium der Marksubstanz, — wenn ich in Ermangelung einer besseren diese beim Haar eingebürgerte Bezeichnung beibehalten darf, — ergiebt, sind folgende Objecte als solche hervorzuheben, welche den genetischen Zusammenhang derselben mit der Cutis zu zeigen geeignet sind, um für die vom Verf. vertretene Auffassung ein breiteres Fundament zu gewinnen. Streng genommen ermangelt die vorherrschende Ansicht, dass die Marksubstanz nur aus modificirten Epidermiszellen besteht, einer positiven Begründung, es erwächst aber doch die Pflicht, einer Auffassung, die, mit oder ohne Grund, eine so allgemeine geworden ist, nur mit positiven Argumenten entgegen zu treten.

Das Rehhaar

hatte bei früheren Untersuchungen nicht die gehofften deutlichen Anschauungen gewährt, obgleich seine sehr beträchtliche Markröhre dies erwarten liess. Es rührt dies daher, dass seine Hornschicht während seines lebhaftesten Wachsthums so schwach ist und desshalb so in den Hintergrund tritt, dass, wie Fig. 1 zeigt, ihre Grenze gegen Papille und Markstrang nur unbestimmt erscheint. Allerdings müsste sich aber auch hier, wenn eine vom Markstrang gesonderte Papille existirte, der Contur der letzteren zeigen.

Seitdem konnte in der Haut vom Unterleib eines im Monat Juni zufällig getödteten weiblichen Rehs ein Entwicklungsstadium der Haare beobachtet werden, welches den unmittelbaren Zusammenhang von Papille und Markröhre auf das deutlichste bestätigte. Fig. 2 giebt dieses wieder. Es ist hier die Entwicklung der Hornsubstanz mehr in den Vordergrund getreten, und lässt sich somit der Contur derselben bei gelungenen Schnitten als eine zusammenhängende Linie von der Papille auf die Markröhre verfolgen. Wenn sich die Markröhre aus jungen Hornzellen bildete, so müsste eine Schicht der letzteren zwischen Papille und Markröhre nachzuweisen sein, was bestimmt nicht der Fall ist. Es kommen bei solchen Präparaten Schnitte vor, die allerdings Täuschungen veranlassen können, indem die Schnittebene durch den unteren, fast immer leicht gekrümmten Theil des Haares geht, und so der Anschnitt der Markröhre die Contur eine Papille simulirt. In Frey's Handbuch der Histologie und Histochemie, zweite Auflage, ist Fig. 359 ein Menschenhaar abgebildet, bei welchem eine solche Schnittfläche für eine vom Markstrang abgegrenzte Papille gehalten worden zu sein scheint, was um so wahrscheinlicher wird, als diese Zeichnung den Hals, der die Verbindung des Markstrangs oder der sogenannten Papille mit der Cutis bildet, nicht wiedergiebt, und, weil er wahrscheinlich abgeschnitten ist, auch nicht wieder geben konnte.

Bekanntlich schliesst die Entwicklung markhaltiger und dem Wechsel unterworfener Thierhaare damit ab, dass die

Markbildung gänzlich aufhört, die letzten Reste des Markstrangs inselartig von der Hornschicht eingeschlossen werden, und das untere Ende des fertigen Haares nur aus Hornzellen besteht. Gleichzeitig mit dem Abschluss der Neubildung von Hornzellen des Haares beginnt eine Wucherung der Epidermis des Haarbalgs (sogen. äussere Haarscheide), die die Bildung des neuen Haares und einer neuen Papille, letzterer aus den zelligen Elementen der Cutis, einleitet. Fig. 3, 4 und 5 stellen diese Stadien theils nach Präparaten von Cervus Elaphus dar. Es dürfte doch in der That schwierig sein von dem Standpunkte der bisherigen Auffassung aus, das plötzliche spurlose Verschwinden der alten Papille zu erklären.

Der Huf des Pferdes.

Zum Studium diente der in Spiritus erhärtete und conservirte Huf eines 14 Tage nach der Geburt gestorbenen Füllens. Die Hornkapsel desselben war dunkel gefärbt, was die Beobachtung einigermassen erschwerte. Es kann leider die Erhärtung in Spiritus nicht wohl vermieden werden, um brauchbare Schnitte, die durch die Cutis oder die junge Marksubstanz gehen, zu erhalten, es sei aber schon hier bemerkt, dass dies für alle hier vorliegenden Beobachtungsobjecte ein sehr bedauerlicher Umstand ist, da die jüngsten Bildungszellen der Marksubstanz nur aus frischen Objecten und bei Behandlung mit indifferenten Zusatzflüssigkeiten (Humor vitreus oder verdünntes Hühner-Eiweiss) in befriedigender Deutlichkeit dargestellt werden können. Die Untersuchung musste sich also hier im Wesentlichen auf die ganz bestimmte Frage beschränken: ob das Markgewebe, das die sogen. Hornröhre erfüllt, aus Horngewebe oder aus Bindesubstanzzellen entsteht. Es lag auch nicht in der Absicht auf die bekanntlich sehr complicirte, aber doch im Wesentlichen zur Genüge bekannte Structur des ganzen Hufs einzugehen. Diejenigen Papillen, resp. Hornröhren, welche von dem Fleischwall der Krone aus in das Horn der Hufwand eindringen, und diese in parallelen Strängen durchziehen, sind die am deutlichsten entwickelten, und zur Beobachtung geeignetsten.

Schon Gurlt hat a. a. O. nachgewiesen, dass sich diese Hornwand des Pferdehufs wie der Huf der Wiederkäuer dadurch wesentlich vom Nagel des Menschen unterscheidet, dass sie von „Röhren“ durchzogen ist, in welchen die Papillen der bindegewebigen Schicht, die zwischen Knochen und Hornkapsel liegt, stecken. Er spricht es schon mit Bestimmtheit aus, dass diese Röhren „von den zottenartigen Fortsätzen“, (den Papillen) „abgesondert werden.“ Allerdings lässt er auch die diese Markstränge umschliessende, eigentliche Hornmasse von der Haut in den Zwischenräumen der zottenartigen Fortsätze abgesondert werden. Es gehört eben die Arbeit einer Zeit an, wo der genetische Unterschied zwischen Epidermis und Cutis noch keine Grundlage für die ganze Betrachtungsweise bieten konnte.

Jetzt wird sich, scheint mir, kein unbefangener Beobachter, der gute Schnitte durch die Hufwand des Pferdes sieht, der Ueberzeugung entziehen können, dass das die Markröhre erfüllende Gewebe die directe Fortsetzung der Cutispapillen ist und zur Bindesubstanz gehört.

Fig. 6 giebt einen radialen Schnitt durch die Fleischkrone des Fohlenhufs in der Richtung der Hornröhren resp. Papillen, bei schwacher Vergrösserung, um die gröbere Structur der betreffenden Theile vor Augen zu führen. An solchen Schnitten lassen sich, wenn sie etwas macerirt sind, die Papillen leicht in beträchtlicher Länge an der Cutis hängend aus der Hornmasse herausziehen. Ich habe derartig isolirte Papillen mit 5,5 Mm. Länge gemessen. Immer aber zeigen sich ihre Endungen stumpf abgerissen und nie glatt und abgerundet. Dieser in Carmin sich ebenso wie die Cutis röthende untere Theil der Papillen zeigt, besonders deutlich auf Querschnitten und nach eindringlicher Behandlung mit Essigsäure, Capillaren oder feinere Blutgefässe, von dem bekannten sogen. „Netze von Bindegewebskörperchen“ umgeben. Dass auch dasjenige Gewebe, welches die Blutmassen enthält, welche in Fig. 6 bei d angegeben sind, zur Bindesubstanz gehört, dürfte wohl keinem Zweifel unterworfen werden können. Die Räume, welche diese Blutmassen enthalten, lassen sich, wie Fig. 7 ergiebt, nicht wohl

anders, denn als sehr erweiterte Capillargefässe bezeichnen. Diese Abbildung ist nach einem Schnitt gefertigt, der mitten durch das betreffende Capillarsystem gegangen ist und deshalb die Schlingen und die Verzweigungen theilweise abgeschnitten hat. An dickeren Schnitten lässt sich die Endschlinge vollständiger verfolgen. Dass aber beim lebenden Thier der Blutstrom in allen diesen Räumen wirklich noch circulirt, sie also jetzt noch einen integrirenden Theil des eigentlichen lebendigen Capillarsystems ausmachen, möchte ich aus mehreren Gründen bezweifeln. Erstens finden sich, wie z. B. bei d' der Fig. 7 angegeben, derartige Bluträume, die vollständig ausser Zusammenhang mit dem Capillaren enthaltenden Theil der Papillen zu stehen scheinen. Zweitens ergiebt sich aus Fig. 7, dass die Endschlinge mitten in älterem Markgewebe liegt; es lässt sich also die Annahme kaum umgehen, dass die Bildungszellen des Marks mehr nach der Cutis hinliegen und somit die in dd der Fig. 6 und in Fig. 7 gezeichneten Bluträume mit dem Fortwachsen des Hufes immer weiter in demselben fortrücken und dann nothwendig ausser Zusammenhang mit dem eigentlichen Capillarnetz stehen oder doch wenigstens gerathen können. Der Vergleich von Hufen in verschiedenen Altersstufen und vor Allem Injectionen der Blutbahn würden zur Entscheidung der Frage erforderlich sein. Hier tritt sie in den Hintergrund, und kam es nur auf den Nachweis an, dass der Markstrang nicht aus modificirten Hornzellen entstanden sein kann. Da nun diese Bluträume, gleichviel ob sie noch einen Theil des Blutcirculationsgebietes bilden oder nicht, doch unzweifelhaft dazu gehört haben, und ihre Zugehörigkeit zur Bindesubstanz unbestreitbar ist; da ferner Fig. 7 ganz unzweideutig zeigt, dass hier gar keine jungen Hornzellen vorhanden sind, aus denen sich Markgewebe bilden könnte, so scheint hierdurch dieser Nachweis in genügender Weise geführt zu sein. Junge Hornzellen röthen sich bekanntlich intensiv in Carmin und charakterisiren sich in diesem Huf ausserdem sehr bestimmt durch ihre starke Pigmentirung, so dass sich das junge Horngewebe braun punktirt zeigt, wie es bei f der Fig. 6 angegeben ist. Man sieht, dass diese junge Hornschicht eine

nur sehr begrenzte Ausdehnung besitzt, und auch derjenige Theil des Markstrangs, der unzweifelhaft noch Cutispapille im gewöhnlichen Sinne ist, weit über dieselbe hinausgeht.

Wo bei Fig. 7 das Blutgefäss von der Marksubstanz begrenzt wird, ist der Strang, wie auf der Zeichnung angedeutet, überall von gleichmässig ausgebildeten, fertigen Hornzellen umgeben.

Das Markgewebe ist hier eine zarte blättrige Masse, welche rundliche Hohlräume einschliesst, und finden sich zahlreiche ganz kleine Fetttröpfchen, vielleicht auch Kernreste vor. Andre Schnitte zeigen etwas abweichende und deutlicher ausgeprägte Formen des Markgewebes, z. B. Fig. 8.[1]) Die hier abgebildete Form ist die im Huf für das ältere Gewebe meistens vorkommende. Ziemlich mächtige Schichten der Marksubstanz

1) Da diese Zeichnung nach einem mit Gold tingirten Präparate ist, finde hier die Bemerkung Platz, dass ich diese Färbung schon vor längerer Zeit bei Haut- und Hornpräparaten angewendet habe. Die ältesten derartigen Präparate sind vom März 66. Ganz feine Schnitte durch Horngewebe so stark tingirt, dass sie bei reflectirtem Licht einen metallischen Goldschimmer zeigen, lassen die Begrenzung und Form der Hornzellen sehr schön erkennen. Die ältere Marksubstanz, die andere Färbungen nicht mehr annimmt, färbt sich durch Gold stärker und tiefer als die Hornschicht, was unter Umständen zur deutlicheren Beobachtung der feinen Lamellen, aus denen sie bestehen kann, von Werth ist, wie z. B. bei dem Präparat, nach welchem Fig. 8 gezeichnet wurde. Ganz eigenthümlich schöne Resultate lassen sich erhalten, wenn man stark tingirte Hornschnitte mit verdünnter Kalilauge behandelt. Sie sind durch den Goldniederschlag so resistent gegen die Lauge geworden, dass man die Action der letzteren viel weiter als sonst treiben und dadurch das Aufquellen der Hornplättchen sehr weit verfolgen kann. Aehnliches lässt sich bei der Marksubstanz des Igelstachels erreichen. Leider ist doch aber die Wirkung der Tingirung im Ganzen eine sehr capriciöse und in ihrem Grade sehr schwer vorher zu berechnen. Dem von Anderen über die Art der Anwendung des Chlorgolds schon Publicirten darf ich vielleicht hinzufügen, dass $2\frac{1}{4}$ stündiges Einlegen von Horn und Hautschnitten in eine nur 0,005 Procent Gold enthaltende Chlorgoldlösung bei diesen zuweilen schon mehr als genügend wirkt, und dass eine Behandlung der Schnitte mit einer Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul das Warten auf die von selbst eintretende Färbung erspart.

bekleiden überall die von den Hornzellen gebildete Umgebung der Röhre und grenzen die in ihr befindlichen rundlichen lufterfüllten Hohlraume ab. Diese Bildung, die vollständig der Marksubstanz des Haars der Hirscharten, den Hornröhren des Fischbeins u. s. w. entspricht, findet sich von der Oberfläche der Wand beginnend im grössten Theil des Hufs. In denjenigen Strängen, die dem Nagelbett näher liegen, tritt ein anderer Entwicklungszustand der Markzellen auf. Er ist schwieriger zu beobachten, so dass die Zeichnung Fig. 9, die ihn wiedergiebt, einigermassen schematisirt werden musste. Das Gewebe, das bei Fig. 8 die Hohlräume umschliesst, tritt hier mächtiger und deutlich als äussere Schicht der Zellen oder als eine körnige und geschichtete „Grundsubstanz“ auf, und die Hohlräume zeigen unzweideutig ihre zellige Structur. Dass ihr Inhalt im Zustande des Präparats wesentlich schwächer lichtbrechend als die Grundsubstanz ist, lässt sich durch ihr Dunkelwerden beim Heben und ihr Aufleuchten beim Senken des Tubus bestimmt constatiren; ob sie aber in natürlichem Zustande Lufträume sind, oder auch einen schwach lichtbrechenden Inhalt besitzen, muss dahin gestellt bleiben.

Im trocknen Zustand sind alle Markröhren des Hufs, ganz wie die des Haars, undurchsichtig.

Werden etwas starke Schnitte in der Längsrichtung der Markröhren gefertigt und diese trocken in möglichst steifen Canadabalsam gelegt, so erscheinen danach die Markröhren, wie die des Haars, bei auffallendem Licht silberglänzend. Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass auch dasjenige Horn, welches die in der Nähe des Nagelbetts befindlichen Markröhren umgiebt, im trocknen Zustande mehr oder weniger undurchsichtig ist. Dies rührt von Vacuolen in dem Innern der einzelnen Hornzellen, wie sie bei Fig. 9 angegeben sind, vielleicht aber auch theils von Lücken zwischen den beim Trocknen zusammengeschrumpften Zellen der weichen Hornmassen her.

Die Undurchsichtigkeit der Markröhren bewirkt auch, dass die Schnittflächen dunkel gefärbter Hufe sich dem unbewaffneten Auge wie bekannt in trocknem Zustande weiss getüpfelt oder gestreift, je nach der Richtung des Schnitts, zeigen.

Was die jüngeren Zustände des Markgewebes betrifft, so ist schon erwähnt, dass nach der Härtung in Spiritus die Natur der Bildungszellen sehr verdunkelt ist.

Flotzmaul des Rindes.

Wenn Verf. diesen Gegenstand auch nicht eingehend untersucht hat, soll über denselben doch Einiges zur Erläuterung der beigefügten zwei Abbildungen erwähnt werden. Fig. 10 ist aus einem senkrechten Schnitt durch die Haut dieses Körpertheils von einem eintägigem Kalbe, der mit Carmin gefärbt ist. Die Schnautze dieses Thieres war nur schwarz gefleckt, so dass die Präparate einzelne gänzlich ungefärbte Stellen haben, was die Beobachtung der Papillen sehr erleichtert. In diesen Entwicklungsstadien sind die weiter oben schon erwähnten hornröhrenartigen Gebilde noch nicht vorhanden, und die äussersten Hautschichten bestehen, wie bei anderen Hautdecken, aus gleichförmigen, je nach ihrer Entwicklungsperiode mehr oder weniger modificirten Schichten von Hornzellen. Vergleichen wir aber die hier in die Hornschicht eindringenden Cutispapillen mit den gewöhnlich vorkommenden derartigen Gebilden, so findet sich bei der sie umgebenden Hornschicht ein sehr wesentlicher Unterschied. Letztere wird von allen Autoren, z. B. Kölliker, Leydig, Frey, so abgebildet, dass ein gleichartiges Stratum jüngster Hornzellen die gesammte Oberfläche der Papillen bedeckt. Bei den Papillen aber, die uns hier beschäftigen, liegt es mit der grössten Evidenz vor, dass jüngste Hornzellen nur an der Basis derselben auftreten und die Endungen von vollständig entwickelten älteren Hornzellen begrenzt und umgeben werden.

Das Flotzmaul des erwachsenen Rindes hat Verf. nur von einem Individuum untersucht, bei welchem die Hornschicht durch diffuses Pigment getrübt und dadurch die Beobachtung erschwert war. Fig. 11 stellt deshalb die Fortsetzung der Papille bis zur Hautfläche aus einem senkrechten Hautschnitt insofern schematisirt dar, als hier allerdings der directe Zusammenhang der Papillenspitze mit dem Markstrang unzweideutig

vorlag, dagegen eine scharfe Begrenzung des Markstrangs gegen die ihn umgebenden Hornzellen sich der Beobachtung entzog. Dies gilt aber nur für die senkrechten Schnitte Auf Horizontalschnitten hatten die Querschnitte der Markstränge eine bestimmte und scharfe Begrenzung. Deutlich zeigten sich in dem Markstrang selbst nur stark lichtbrechende runde Körper von nicht ganz 5 μ. Durchmesser, ganz den in der Spitze der Papille sichtbaren ähnlich, ausserdem zahlreiche kleine Fetttröpfchen. Junge stark pigmentirte Hornzellen befinden sich auch hier nur an der Basis der Papillen. Um Fig. 11 in demselben Maassstab als Fig. 10 zu geben, wäre die Zeichnung, da hier die Epidermis c. 1,3 Mm. Dicke, also das Dreifache von der des neugeborenen Kalbes hat, zu gross geworden, es ist also nur 0,3 der Dicke mit der Spitze der Papille gezeichnet, die von da ab in unzweifelhafter Continuität mit der Basis steht. Die Epidermis enthält, so weit sie in der Zeichnung wiedergegeben ist, nur vollständig entwickelte Hornzellen. Auch hier sind also, wie schon beim Huf nachgewiesen, junge Hornzellen, die als Material zur Bildung des Markstrangs dienen könnten, nicht vorhanden. Dies wäre aber erforderlich, um ihn für ein epidermoïdales Gebilde erklären zu können. Es führt also auch die Betrachtung von Fig. 10 und 11 zu der Annahme, dass mit der fortgehenden Abnutzung der Hautfläche nicht nur die Hornschicht, sondern auch die Papille von unten nachwächst, und die Markstränge nichts anderes, als ältere Formen desjenigen Gewebes sind, aus welchen die Papillen bestehen.

Der Igelstachel.

In der Eingangs erwähnten Arbeit über das Haar hat Verf. den ganz oder fast vollständig entwickelten Igelstachel eingehend untersucht und die Resultate durch Abbildungen erläutert. Im Besondern hierauf verweisend sei nur erwähnt, dass diese Igelstacheln die eigenthümlich gegliederte mächtige Markröhre als ein, vom Boden des unteren knopfförmig angeschwollenen Stachelendes aus, sich erhebendes, zusammen-

hängendes Gebilde ergaben. Hier ist sie aber in den meisten Fällen durch die zuletzt entwickelte Hornmasse so abgeschnürt, dass sich der enggewundene Kanal, der sie mit der Cutis verbindet, nur schwierig und durch Combination der Bilder, welche verschiedene Schnitte desselben Stachels gewähren, nachweisen liess. Es wurde diesen Präparaten durch einen wissenschaftlichen Freund der den Verf. allerdings nicht überzeugende Einwurf entgegengestellt, dass möglicherweise der Igelstachel überhaupt ohne nachweisliche Papille sei. Weiterhin wird an dem jungen Igelstachel gezeigt werden, dass derselbe allerdings eine sehr beträchtliche und unzweideutige Papille besitzt, und eine neuerdings gefertigte Reihe von Präparaten von der schon früher benutzten älteren Igelhaut liefert den Beweis, dass der im Knopf des Stachels befindliche etwas verdickte Theil des Markstranges, — die sogen. Papille — wirklich von der Cutis aus eindringt. Fig. 12 giebt diese Verhältnisse nach den neueren Präparaten.

Ein besonderes Interesse nahm schon damals der feinere Bau derjenigen Markschichten in Anspruch, welche den inneren Raum des älteren Igelstachels in lufterfüllte Kammern theilen, indem sich auf feinen Längsschnitten des Stachels nach Behandlung mit Ammoniak in der Grundsubstanz dieser Schichten als Einschlüsse linsenförmig abgeplattete Körper zeigten, deren Bedeutung als Kerne oder als Zellen in sogen. Zwischensubstanz damals zweifelhaft blieb.

Seitdem konnte an den Stacheln junger noch saugender Igel die Untersuchung weiter geführt werden. Ein ganz junger wohl eben erst geborener Igel von 70 Mm. Länge von der Nasenspitze bis zur Schwanzwurzel, den ich als schon länger aufbewahrtes Spiritusexemplar erhielt, war mit weichen wachsgelben Stacheln versehen, welche sich bis 5 Mm. über die Hautfläche erhoben. Ausser diesen waren noch dunkelgefärbte Stacheln vorhanden, welche eben erst hervortraten, grösstentheils auch noch unter der Hautfläche befindlich waren. Auch die hellen Stacheln waren noch im vollen Wachsthum begriffen. Schon früher hatte ich ein Nest älterer aber noch an der Mutter saugender Igel erhalten, welche von der Nasenspitze

bis zur Schwanz-Wurzel 113 Mm. maassen und schon sehr muntere Thierchen waren, die sich bei jeder Berührung wie die Alten zusammenrollten. Einer derselben wurde in Spiritus conservirt. Auch diese jungen Igel waren mit durcheinander stehenden hellen und dunkeln Stacheln besetzt. Die dunkeln waren noch im vollen Wachsthum begriffen, standen theilweise schon bis 8 Mm. über der Hautfläche hervor, und stuften sich in verschiedenen Kürzen bis zu solchen ab, die noch ganz in der Haut waren. Die hellen Stacheln dagegen hatten ihr Wachsthum schon ganz oder beinah vollendet. Sie sassen ganz flach in der Haut, hatten 13,5—12 Mm. Gesammtlänge und liessen sich, nachdem das Exemplar einige Zeit in Spiritus gewesen war, sehr leicht ausziehen. Dies rührt daher, dass sich bei ihnen, obgleich sie am Schluss ihrer Entwickelung standen, die knopfförmige Verdickung der Hornschicht, welche Fig. 12 zeigt, nicht gebildet hat. Hieraus und aus dem Umstande, dass ältere Igel diese ungefärbten Stacheln nicht haben, geht unzweifelhaft hervor, dass sie ausfallen. Bei den dunkel gefärbten, mit knopfförmig verdicktem Ende versehenen Stacheln des alten Igels dürfte ein Ausfallen oder ein Wechsel nicht anzunehmen sein, da der Stachel durch diese Verdickung so fest in der Haut sitzt, dass es auch bei Anwendung grosser Gewalt nicht gelingt ihn auszureissen. Beim Stachelschwein liegt die Sache anders. Es soll während der ganzen Lebenszeit ein allmählicher Wechsel der Stacheln stattfinden. In der That haben die ausgefallenen vollständig entwickelten Stacheln, die man leicht in Naturalienhandlungen erhält, kein knopfförmiges, sondern ein zugespitztes noch mit der Haarscheide überzogenes Ende. Ihnen entsprechen also die ungefärbten Stacheln, die der Igel zuerst trägt.

Zu bemerken ist noch, dass die mächtigen Schichten quer gestreifter Muskelfasern, welche in der Haut des Igels zum Aufrichten der Stacheln dienen, schon bei den jungen und jüngsten Igeln entwickelt sind. Bei den älteren aber noch saugenden Igeln, die ich untersuchte, ist das massenhafte Vorkommen von Fettgewebe mit sehr grossen Zellen auffallend. Man kann füglich sagen, dass die Haut dem Volum nach zur

Hälfte aus Fettgewebe besteht, wodurch sie eine eigenthümlich schwammige Beschaffenheit hat. Dieses Fettgewebe, das bei den jüngsten Igeln noch nicht vorhanden war, habe ich auch bei einem fast erwachsenen Exemplar nicht mehr gefunden.

Um gute Hautschnitte zu erhalten, ist es rathsam, die Haut vorher zu trocknen. Die blosse Spiritushärtung genügt nicht, um die grosse Differenz zwischen dem zarten Hautgewebe und den härteren Stacheln in dem Widerstande gegen den Schnitt so auszugleichen, wie es erforderlich ist, um gute Schnitte zu machen. Wo die Haut, wie oben erwähnt, grosse Massen von Fettgeweben enthielt, ist es mir auch zweckmässig erschienen, das Fett erst durch Einlegen der Hautstücke in Aether zu entfernen.

Am eingehendsten habe ich die Entwicklungsstadien des Stachels und der Marksubstanz an den gefärbten Stacheln der noch saugenden Igel von 113 Mm. Länge untersucht, da diese zuerst zur Benutzung standen. Fig. 13—24 geben die wesentlichern Resultate dieser Untersuchung. Ein Längsschnitt des noch lebhaft wachsenden Stachels giebt allerdings über den Zusammenhang von Papille und Marksubstanz keine Auskunft und lässt manches im Unklaren. Es liegt dieses in der sehr complicirten Begrenzung der Hornschicht, welche durch die balkenförmigen Vorsprünge, die von ihr aus in die Papille oder Markröhre eindringen, dem Querschnitt der letzteren eine sternförmige Gestalt giebt. Es ist practisch unmöglich Längsschnitte zu erlangen, die so genau in der Axe des Stachels liegen, dass trotz der einspringenden Hornbalken die Grenze zwischen Hornschicht und Mark in dem jüngeren Theil des Stachels deutlich zu verfolgen wäre. Diese Frage ist übrigens durch die späteren Entwicklungsstufen des Stachels, wo die Papille ihre sternförmige Gestalt verloren hat (Fig. 12), erledigt.

Bei Querschnitten, die durch den jüngsten Theil des Haarknopfes gehen (Fig. 13), beginnt die in Carmin sich schwach röthende Papille durch Ausläufer ihre sternförmige Gestalt an-

zunehmen; die Hornschicht röthet sich stärker und ist noch ohne Pigment. Bei Fig. 14, einem Schnitt durch eine etwas ältere Schicht eines anderen Stachels, sind die Ausläufer der Papille vollständig entwickelt und theilen die Hornschicht in eine Anzahl leistenförmiger Vorsprünge, in welchen die Kerne der jugendlichen Hornzellen deutlich zu erkennen sind. Auch hier ist diejenige Schicht der Hornzellen, welche die Papille und ihre Ausläufer begrenzt, noch nicht pigmentirt und nur durch die Carminfärbung geröthet, während ihre peripherische Schicht pigmentirt ist und von dort aus die Färbung strahlenförmig in das Innere der Leisten oder Balken übergeht.

Eine noch weitere Entwicklungsstufe zeigt Fig. 15. Die dunkelgefärbte Hornschicht zeigt keine Kerne oder Zellen mehr, da letztere schon mit ihrer beginnenden Verhornung in den langgestreckten oder abgeplatteten Zustand übergegangen sind, der ihre weitere Entwicklung charakterisirt. Hierdurch hat sich der Querschnitt der früher dicken und abgerundeten Balken sehr verschmälert, und zwischen ihnen treten nun zuerst deutliche Markzellen auf, die um ein sternförmig sich ausbreitendes Gerüst von Bindegewebe geschichtet sind, das sich in Carmin gar nicht mehr röthet, und in welchem sich gegen die Peripherie hin die lebhaft gerötheten Querschnitte von Capillaren und im Centrum auch grössere Blutgefässe zeigen.

Fig. 16 endlich ist ein Querschnitt durch einen noch älteren Theil eines Stachels, bis in welchen das bindegewebige blutführende Gerüst nicht mehr reicht, und bei welchem die Hornschicht vollständig und die Marksubstanz so weit entwickelt ist, dass ihr Aufbau aus Zellen bei so schwacher Vergrösserung nur noch andeutungsweise hervortritt.

Es soll nicht mit Stillschweigen übergangen werden, dass, wenn die Frage nach dem Ursprung lediglich nach den in diesen Abbildungen vorliegenden Objecten entschieden werden sollte, die Deutung sehr nahe läge, dass allein das bindegewebige Gerüst bei Fig. 15 es ist, welches von der sternförmigen Papille der Fig. 14 abstammt, und dass die bei Fig. 15 mit dd bezeichnete Markzellenschicht aus der innersten Schicht der jungen Hornzellen von Fig. 14 entstanden ist. Es ist aber

diese Frage, wie ich an anderen Objecten überzeugend nachgewiesen zu haben glaube, schon erledigt und handelt es sich hier nur noch um die Entwicklungsstufen der Marksubstanz.

Das Gewebe der jungen Papille, wie sie Fig. 13 und 14 zeigen, entzieht sich bei Objecten, die in Spiritus gelegen haben, leider dem nähern Studium. Bei Behandlung mit stark ammoniakalischer Carminlösung sind allerdings Andeutungen von Zellen oder undeutlichen Kernen zu finden, und nach Einwirkung von Eisessig, der das Gewebe im Allgemeinen nur dichter und compacter, also undeutlicher macht, lösen sich an Schnitträndern rundliche Klümpchen von 6—8 Mm. Durchmesser, die als durch die Reagentien halbzerstörte Zellen betrachtet werden können. An andern Objecten habe ich an dieser durch die Spirituseinwirkung so sehr modificirten jüngsten Bindesubstanz durch Mazeration in 34 $^0/_0$iger Kalilauge wenigstens einige, wenn auch mangelhafte Resultate erlangen können. Bei der Papille des Igelstachels versagte auch dieses Reagens vollständig, und man wird sich darauf gefasst machen müssen, die jüngsten Markzellen nur an ganz frischen Objecten in indifferenten Flüssigkeiten studiren zu können; muss dann aber, bei der verzweiflungsvollen Zähigkeit des Gewebes, auf Schnitte verzichten und sich mit Zerrupfen begnügen. Den Versuch, ob es damit gelingt an frischen Igelstacheln das jüngste Markgewebe zu isoliren, habe ich aus Mangel an Material nicht anstellen können.

Die Zellen in den Schnitten durch etwas älteres Markgewebe werden durch Essigsäurebehandlung undurchsichtiger und compacter, isoliren sich aber gruppenweise ziemlich leicht. Fig. 17, 18 u. 19 zeigen verschiedne Entwicklungsstadien solcher Zellen; Fig. 20 das halbfertige Gewebe von dem Rande eines sehr feinen Längsschnitts aus dem Axentheil des Markstranges, wo die Schichtung des Gewebes und die Bildung von grösseren Hohlräumen noch nicht eingetreten ist. Fig. 22 u. 23 zeigt die Beschaffenheit der nunmehr vollständig fertigen Mark-Substanz in den Schichten, durch welche grössere Hohlräume gesondert werden, nach Längsschnitten von Stacheln.

Es dürfte hieraus schon soviel hervorgehen, dass das jüngere Gewebe aus polygonen gegen einander abgeplatteten Zellen besteht, dass diese wachsen, ohne dass eine sogen. „Zwischensubstanz“ zwischen ihnen auftritt, dass die ältere erwachsene Zelle eine Sonderung in Dotter und Chorion zeigt, dass die Grundsubstanz des fertigen Markgewebes aus dem verschmolzenen Chorion der einzelnen Zellen und ihre linsenförmig abgeplatteten Einschlüsse aus den abgeplatteten Dottern entstehen. Die Ausdrücke „Dotter“ und „Chorion“ werde ich weiter unten rechtfertigen, einstweilen muss ich mir der Kürze halber, sie ohne Weiteres zu gebrauchen erlauben. Dass diese hier als Dotter bezeichneten Einschlüsse der Zellen keine Kerne sind, scheint schon daraus hervorzugehen, dass sie zuweilen weniger lichtbrechend als das Chorion sind, also dann einen wenn auch nicht ganz ungefüllten Hohlraum bedeuten. Häufig enthalten sie auch Gebilde, die als „Kerne“ in gewöhnlichem Sinn zu bezeichnen sein würden, wie dergl. Fig. 21 aus einem mit doppelt-chromsaurem Kali behandelten Querschnitt eines Stachels darstellt. Bei diesem waren nur die Begrenzungen der Dotter und nicht mehr die der Zellen deutlich zu sehen und in ersteren, wie bei A abgebildet, glänzende stark lichtbrechende Kerne enthalten. Meistens waren diese Kerne nicht mehr rund und in mehr oder wenige halbmondförmige Körper übergegangen, wie Fig. 21 B dergleichen nach demselben Präparat wieder giebt.

Dieser Entwicklungsgang der Marksubstanz ist aber nicht der allein vorkommende. Vorzugsweise in den Buchten der Markröhre, welche durch die einspringenden Hornbalken gebildet werden, ist der Vorgang so, dass die Zellen zu einem Gewebe verwachsen, das die ursprünglichen Zellengrenzen nicht mehr erkennen lässt und in welchem an Stelle der Dotter runde Hohlräume auftreten, die mit Ausnahme einzelner Kernrudimente nur Luft enthalten. Fig. 24 zeigt diese Form des Markgewebes in dem Längsschnitt durch eine von der Hornmasse eingeschlossene Bucht der Markröhre. Es ist dies die so sehr häufig namentlich im Mark des Hirschhaares, in der Vogelfeder und in den Hornröhren des Pferdehufs und des

Fischbeins vorkommende Form der Marksubstanz, die, so weit Zeichnungen dieses zu beurtheilen gestatten, morphologisch mit dem übereinstimmen würde, was Leydig als „Zellenknorpel" bezeichnet und in Fig. 17 A (pag. 33 seines Lehrbuchs der Histologie) abbildet.

Ich müsste noch viele Abbildungen mit weitläufigen Erklärungen liefern, um in erschöpfender Weise alle die wechselnden Bilder darzustellen, welche das junge Markgewebe des Igelstachels je nach localer und individueller Entwicklung und je nach der Behandlung der Präparate darbietet. Es sei nur noch bemerkt, dass häufig nur die Dotter als sehr stark lichtbrechende Kugeln deutlich aus der durchsichtig gewordenen Grundsubstanz hervortreten, dass ein nicht unbeträchtlicher Fettgehalt derselben zuweilen nicht zu verkennen ist, und dass sich bei vielen Präparaten des älteren Gewebes ganz unzweideutig ein „doppelter Contur" um die Dotter zeigt, d. h. ein sehr stark lichtbrechender Ring, der offenbar dasselbe als die sogen. Kapsel[1]) der Knorpelzellen ist. Wenn das jüngere Markgewebe in 34procentige Kalilauge mazerirt wird, so treten die Dotter besonders deutlich als glänzende, stark lichtbrechende Kugeln aus der mehr oder weniger zerstörten Grundsubstanz hervor. Fig. 25 und 26 giebt solche Bilder wieder. Die farblosen Stacheln bei den jüngsten Igeln, wo sie noch im lebhaften Entwicklungszustande begriffen sind, scheinen die besten Objecte zur Untersuchung zu liefern; wohl deshalb, weil sie weniger fetthaltig sind. Theilungen der Dotter kommen selten aber doch entschieden vor. Fig. 20 zeigt eine solche.

In Fig. 27 gebe ich die Schemata, die ich aus zahlreichen und wiederholten Präparationen abstrahirt habe. Die wechselnde

---

1) Verf. beabsichtigt mit dieser Aeusserung kein definitives Urtheil über die alte Controverse, ob diese hellen Ringe eine optische Täuschung sind oder nicht, kann aber allerdings nicht verhehlen, dass sie ihm einen ganz anderen Eindruck machen, als die Ringhöfe, die sich als optisches Phänomen um Luftblasen in stärker lichtbrechenden Flüssigkeiten zeigen.

Gestaltung des Gewebes dürfte daraus erklärlicher werden, dass es, welches auch seine mechanische und physische Bedeutung für die äusseren Verhältnisse des Stachels oder des Haars sein mag, keine organischen Functionen hat, und deshalb aus den verschiedensten Entwicklungszuständen in Caduzität übergehen kann. Für seine äussere Gestaltung muss die mechanische Verbindung mit der sich weiter entwickelnden Hornschicht von beträchtlichem Einfluss sein, so dass es sich im Centrum des Stachels schon deshalb ganz anders zeigt, als in der Peripherie.

Das Vorstehende ergab einerseits eine grosse Analogie mit dem Knorpel. Es ist z. B. die Zelle b des Schemas Fig. 27 das täuschende Abbild einer Zelle hyalinen Knorpels, nur mit dem wichtigen Unterschied, dass die „Zwischensubstanz“ sich beim Mark des Igelstachels ganz unzweideutig als eine schon in den jüngeren Entwicklungsstufen präexistirende äussere Schicht des Zellenleibes herausstellte. Andererseits waren die Resultate nicht leicht in das Schema der gebräuchlichen Zellentheorien einzufügen, wie ich mir ja denn auch schon beim Niederschreiben dieser Beobachtungen einige später zu rechtfertigende Freiheiten bezüglich der Terminologie gestatten musste. Es lag nahe, die gewonnenen Anschauungen durch vergleichendes Studium eigentlicher Knorpelgewebe zu prüfen. Die Epiphysenknorpel neugeborener Lämmer gaben nur den Gewinn der Autopsie bekannter und oft dargestellter Dinge Die Entwicklung des Knorpels im sprossenden Rehgehörn gab dagegen ebenso überraschende als, wie ich glaube, bedeutsame Resultate.

Rehgehörn.

Das sprossende Hirschgehörn ist von Lieberkühn in der Arbeit „Ueber die Ossification des hyalinen Knorpels“ (dieses Archiv 1862, Heft 6) näher untersucht. Der Ossificationsvorgang hat hier kein Interesse. Soweit es sich um die Bildung des als „hyalin“ bezeichneten Knorpels aus dem jungen Bindegewebe handelt, sagt Lieberkühn: „Die verknöchernde Sub-

stanz befindet sich an der Spitze des hervorwachsenden Geweihes und an seinem Umfange unterhalb der Knochenhaut, sowie in nächster Umgebung der Gefässcanäle. In der Spitze hat sie zum Theil die Form des hyalinen Knorpels, zum Theil nicht. Unmittelbar unter der Haut liegt nämlich ein weissliches undurchsichtiges Gewebe, welches sich bis an den Verknöcherungsrand hin erstreckt und hier allmählich fester wird. Ein der ganzen Länge nach hergestellter Schnitt zeigt Folgendes: In einer dünnen Lage durchsichtiger, hin und wieder etwas streifig erscheinender, dem häutigen Knorpel Reichert's ähnlicher Substanz treten viele nur äusserst schwierig sichtbare kleine Bläschen auf von kugeliger oder ovaler Gestalt, welche auf Zusatz von Essigsäure ungleich deutlicher werden. Der Verknöcherungsgrenze zunächst befindet sich eine dicke Schicht hyalinen Knorpels, die bei stark hervorgewachsenen Hischgeweihen einen Zoll hoch und höher werden kann. Die Zellen desselben liegen dicht bei einander und sind nur durch eine geringe Menge Zwischensubstanz getrennt. Ihre Kerne und Kernkörper sind nicht so deutlich, wie sonst gewöhnlich im hyalinen Knorpel an der Verknöcherungsgrenze, sondern von einem trüben, äusserst feinkörnigen Zelleninhalt verdeckt. Die Zellen fallen bei Zerrung des Präparates leicht aus ihren Höhlen. Zwischen dem unter der Haut liegenden jungen Knorpel, welcher bei eben hervorgesprosstem Geweihe ausschliesslich vorhanden ist und in seinem Aussehen mit embryonalem Bindegewebe übereinstimmt, und zwischen dem ausgebildeten hyalinen befindet sich ein Gewebe, welches alle Uebergänge von ersterem zu letzterem enthält; es treten nämlich die Zellengrenzen deutlicher hervor und die Zwischensubstanz nimmt mehr und mehr den Charakter des hyalinen Knorpels an. Eigenthümlich ist die Anwesenheit der Gefässe vor der Verknöcherung."

Das Obige konnte ich an einem behufs der Untersuchung der Haarbalgentwicklung, für welche es ein recht hübsches Object ist, in Spiritus von früher her conservirten sprossenden Rehgehörn im Wesentlichen bestätigen, nur gelang es nicht die jüngeren und jüngsten Bildungsstufen des Knorpels so zu sehen,

wie Lieberkühn dieselben abbildet und beschreibt. Der Spiritus hatte hier seine verdichtende und undeutlich machende Wirkung zu sehr ausgeübt.

Sobald die Jahreszeit gestattete, das eben hervorsprossende Gehörn eines frisch getödteten männlichen Rehes zu erlangen, wurden an diesem und später an einem andern Gehörn derselben Beschaffenheit die jüngeren und jüngsten Knorpelschichten an Schnitten und zerzupften Präparaten in verdünnter und mi etwas Kochsalz versetzter Eiweisslösung studirt. Die ausserordentlich zähe Beschaffenheit der allerjüngsten Bildungsschicht lässt keine brauchbaren Schnitte erlangen. Zerzupfte Fragmente derselben liefern in grosser Menge zarte aber vollkommen klar und scharf conturirte meist ovale Zellen von 7,5 — 12 μ. längstem und 7,5 — 5,5 μ. kürzestem Durchmesser; vergl. Fig. 28. In diesen Zellen ist stets ein Kern, häufig zwei kleine aber glänzende und scharf begrenzte Kerne zu beobachten. Mehrfach stehen zwei Kerne je einer an dem Pole einer länglichen Zelle, und da auch, wie die Abbildung zeigt, eingeschnürte Zellen beobachtet werden, dürfte dies wohl auf das erste Stadium der Theilung zu deuten sein. Der Zelleninhalt zeigt meist einige zarte Körnchen, zuweilen um die Kerne gruppirt. Diese Zellen sind wohl die von Lieberkühn in den jüngsten Schichten beobachteten Bläschen.

In etwas älteren Schichten sind diese hier vorläufig als „Zellen" berzeichneten Körper bedeutend gewachsen bis zu 14,5 μ. Länge und 9,6 μ. Breite; vergl. Fig. 29. Die Zahl der Kerne hat sich vermehrt, so dass sich bis zu 4 derselben vorfanden. Der grösste Theil dieser Körper ist nun mit einer nach beiden Seiten spindelförmig verlängerten Hülle versehen. Sie sind zu dem bekannten spindelförmigen Gebilde geworden, das überall die unreife Bindesubstanz charakterisiren soll. Diese Hüllen haben ein blasskörniges Aussehen, einen weniger bestimmten Contur und verschleiern auch, so zu sagen, den scharfen Contur des von ihnen eingeschlossenen runden Körpers. Ist die Eiweisslösung mit etwas Jod versetzt, so wird die Trübung der Hülle stärker. Sie hebt sich dadurch schärfer von der Zusatzflüssigkeit ab. Diese Trübung scheint so weit gehen zu

können, dass der centrale runde Körper nicht mehr zu erkennen ist. Wie immer bei diesen Gebilden, ist die Längenausdehnung der Hüllen eine sehr verschiedene. Es kommen auch länglich runde Gestaltungen derselben vor und aus tieferen Schichten, wo schon Kalkablagerung eintritt, wurden sehr voluminöse ganz runde sowohl, als mehrfach verästelte derartige Gebilde isolirt (vergl. Fig. 30 A).

Vielfach finden sich, auch in den zerzupften Präparaten aus den tieferen Schichten, die Centralkörper nackt und hüllenlos und zwar in Dimensionen und sonstiger Bildung ganz identisch mit den in den Hüllen enthaltenen. Dass hier durch das Zerzupfen des Präparats die Hülle abgerissen und der runde Körper künstlich isolirt ist, dürfte keinem Zweifel unterliegen. Zweifelhaft ist dies bei den kleinen Körperchen aus den jüngsten Schichten. Ich habe bei anderen Präparationen auch solche Körperchen isolirt, bei denen die Hülle sich nur in Form von zwei zarten Schwänzchen oder kleinen Anhängen zeigte, was doch nur als Uebergang aus einem Zustand, wo sie noch gar nicht nachzuweisen ist, betrachtet werden kann. Ich lasse diese Frage einstweilen bei Seite und wende mich zu dem, was die Schnitte durch das in Spiritus gehärtete etwas ältere Knorpelgewebe zeigen. Wir wissen schon durch Lieberkühn, dass wir „Knorpelzellen" in einer „hyalinen" Grundsubstanz zu erwarten haben. Fig. 31 und 32 zeigen solche Schnitte, sowohl in der Längsaxe des Geweihs, als senkrecht auf diese und zwar bei derselben Vergrösserung gezeichnet, als die Spindel-Körper. Es springt somit auf den ersten Blick entgegen, dass die runden Centralkörper der durch Zerzupfen isolirten Spindeln nichts anderes sind, als die Knorpelzellen, und dass ferner: die Grundsubstanz des Knorpelgewebes im Wesentlichen aus den Hüllen der Spindeln gebildet ist.

In letzterer Beziehung muss noch besonders darauf hingewiesen werden, dass bei feinen Längsschnitten der dünn auslaufende Schnittrand eine eigenthümliche Ausfaserung der Grundsubstanz des Gewebes, so wie eine Streifung desselben rechtwinklig auf die Axe des Horns zeigt. Nach dem Obigen ist

die Auffassung, dass dieses auf die spindelförmigen Hüllen hinweist, aus welchen sich die Grundsubstanz zusammensetzt, nicht zurückzuweisen.

Zu bemerken ist, dass schon die von Lieberkühn a. a. O. gegebene Abbildung, Fig. 5 T. XVIII, einzelne spindelförmige Körperchen zeigt. Die Zeichnung macht allerdings den Eindruck als ob das Gewebe nicht ausschliesslich aus diesen Körperchen bestehe, sondern dieselben in Zwischensubstanz eingebettet seien. Ist dieses wirklich der Fall? Als ich Fragmente des in Spiritus gehärteten jüngern Gewebes, nach Maceration in Wasser, mit verdünnter Kalilauge behandelte, erhielt ich als Auflösungsstufe des rasch aufquellenden Objects deutliche, aber sich allerdings schnell weiter verändernde Bilder, wie sie Fig. 33 wiedergiebt. Danach bezweifle ich, dass in der Grundsubstanz des Gewebes eine eigentliche Zwischensubstanz, d. h. etwas anderes als die Hüllen der Spindeln vorhanden ist.

Die Tragweite dieser so einfach und leicht anzustellenden Beobachtungen schien auf den ersten Blick schon als eine sehr beträchtliche. Fast in allen Handbüchern der Histologie wird der in den spindelförmigen Elementen der jungen Bindesubstanz eingeschlossene runde Körper ganz unbedenklich als ein „Kern“ bezeichnet; andrerseits hat noch Niemand einen Augenblick geschwankt, die in der Grundsubstanz des Knorpels auftretenden runden Gebilde als „Zellen“ zu betrachten; und doch treten beide hier als morphologisch gleichwerthige Gebilde auf.[1]) Verf. hat deshalb in Geduld erwartet, bis nach Jahres-

---

1) Aus einer Citation von Frey (Handbuch der Histologie und Histochemie, II. Aufl. pag. 297) entnehme ich, dass von L. Landois das ganze Hirschgeweih nur als periostaler Knochen betrachtet wird, somit also kein eigentlicher Knorpel vorläge. Ich bin vollständig damit einverstanden, dass die Structur der Grundsubstanz beim Knorpel des Rehgehörns insofern eine wesentlich andere, als z. B. bei Epiphysenknorpeln ist, als bei Ersterem die Zellenhüllen, aus denen die Grundsubstanz besteht, spindelförmig, während sie bei Letzterem mehr auf die Kugelform zurückzuführen sind, und will über die Bedeutung des gemachten Unterschiedes für den Ossificationsprocess mir kein Urtheil erlauben; wie man aber auch das Uebergangsgewebe des

frist wieder ein passendes Rehgehörn zur Bestätigung der ersten Beobachtung zu erlangen war. Diese Bestätigung erfolgte in der befriedigendsten Weise.

Inzwischen waren auch aus der jungen Marksubstanz des Kalbhorns, des Schafhorns und des Hufs eines neugeborenen Lamms die spindelförmigen Körper durch Zerzupfen der frischen Objecte in indifferenten Flüssigkeiten unschwer isolirt und auch hier die Ueberzeugung von der Identität der runden Centralkörper mit den zellenartigen Einschlüssen der Marksubstanzen gewonnen.

Der Knorpel von Batrachierlarven ergab Resultate, die sich eng an das Obige anschliessen. Er war aus den hinteren Extremitäten von Thieren, bei denen die vorderen noch nicht entwickelt waren, entnommen und in der Verkalkung begriffen. In verdünnter und etwas gesalzener Eiweisslösung zerzupft, wurden vollständig mit ihrem Chorion isolirte Zellen allerdings nicht beobachtet; an den Rändern der Präparate war aber eine Sonderung der Grundsubstanz in Höfe, welche die eigentliche Zelle umgeben und einschliessen, unzweideutig zu erkennen. Fig. 34 A und B geben dieses wieder.

Aus Mangel an Material ist diese Beobachtung nicht durch wiederholte Präparationen bestätigt, was freilich ein Uebelstand ist, da somit nicht behauptet werden kann, dass sie immer oder der Regel nach gelingt. Mit diesem Vorbehalt muss sie aber doch angeführt werden.

Somit führten mich meine Untersuchungen der Marksubstanzen und gewisser Knorpel auf die Nothwendigkeit hin, ausser der eigentlichen Zelle noch eine äussere Umhüllung derselben zu statuiren, deren Masse zu beträchtlich und deren Form zu selbstständig ist, als dass sie ohne Weiteres dem älteren Begriffe der Membran subsummirt werden könnte.

Rehgehörns zu bezeichnen für zweckmässig findet, so wird dadurch nicht alterirt werden, dass sowohl die Grundsubstanz desselben, als die von ihr eingeschlossenen runden Körper morphologisch gleichwerthig mit der Grundsubstanz und den Zellen der Epiphysenknorpel sind, wofür die Gründe anzuführen, wohl überflüssig ist.

Das Vogel-Ei als ein ganz entsprechendes Beispiel dieses Schema's zu betrachten, war nahe gelegt.

Diesem Gedanken trat aber die wohl noch mit ziemlicher Allgemeinheit gültige Annahme, dass hier Eiweiss und Schale nur äusserlich hinzugetretene Accessorien und keine integrirenden Theile der Zelle sind, entgegen. Die Gründe, auf welche sich diese Annahme stützte, erschienen indess bei näherer Prüfung sehr ungenügend, und war dies die Veranlassung zu einer eingehendern Untersuchung von Eiweiss und Schale des Vogel-Ei's. Die Resultate derselben sind in Bd. XVIII, Heft 2 d. Zeitschr. f. Wissensch. Zoologie mitgetheilt. Nach ihnen halte ich mich für berechtigt, *das Eiweiss als einen integrirenden Theil der Eizelle, als organisch aus der früheren Zona pellucida erwachsen, und auch die Schale als eine organische zur Eizelle gehörige Bildung zu betrachten.* Im Besonderen bieten die fibrillären Bildungen im Eiweiss und die den elastischen Fasern so ähnlichen Elemente der Faserhäute des Eies eine sehr frappante Analogie mit den in der Bindesubstanz vorkommenden Formen.

In der Kürze würde ich also die gewonnenen Anschauungen dahin zusammenfassen, *dass die Zellenmembran zu mächtigeren, die Zelle im engern Sinn, oder den Dotter derselben, umgebenden Schichten organisch erwachsen kann, und dass diese Schichten,* das Chorion der Zelle, *wo sie verwachsen oder scheinbar verschmolzen sind, die Grundsubstanz der Gewebe bilden können.*

Messe ich diese Anschauungen an den bestehenden Zellentheorien, so tritt Folgendes entgegen.

Die eine, die ich wohl als die *Reichert*'sche bezeichnen darf, führt bekanntlich die Grundsubstanzen vieler Gewebe, theils auf Secrete der von ihnen eingeschlossenen Zellen, theils auf anderweitiges Plasma zurück, und vindicirt damit den mannigfachen Formbestandtheilen dieser Grund- oder Zwischensubstanzen eine gewisse Selbstständigkeit gegenüber den Zellen. Es scheint mir, dass die ohne jeden Eingriff in das Gewebe bei der Marksubstanz des jungen Igelstachels in deutlicher

Begrenzung sichtbare Theilung der Grundsubstanz in zu den einzelnen Zellendottern gehörige Hüllen; dass das leichte Zerfallen des jungen Knorpels im sprossenden Rehgehörn in spindelförmige Körper, so wie die entsprechenden Erscheinungen bei den Knorpeln von Batrachierlarven Argumente sind, welche die für die entgegengesetzte Ansicht schon bestehenden einigermaassen verstärken, obgleich zugegeben werden muss, dass in dem Zerfallen der Grundsubstanzen in gewisse, die Zellen umgebende Höfe noch immer kein strenger Beweis liegt. Es scheint mir ferner, dass ein Auswachsen der ursprünglichen Zellenmembran zu einem mächtigeren Chorion, wie es beim Vogel-Ei so bestimmt hervortritt, ein verständlicheres Bild von der organischen Entstehung solcher Umhüllungsschichten gewährt, als die mechanisirende Annahme von „Verdickungs-Schichten", die so mechanisch gedacht, doch nur einen todten Stoff in den lebendigen Organismus tragen könnten.

Dass sie die Frage entscheiden, wage ich aber nicht zu behaupten. Diese Entscheidung wartet noch auf die Lösung mancher Vorfragen, z. B die nähere Ergründung der bis jetzt noch ziemlich geheimnissvollen Structur der Grundsubstanz des Knochens. Vor allem dürfte sie in den tiefsten Tiefen der Auffassung des ganzen organischen Werdens liegen, und enthalte ich mich billig, auf bekannte Argumentationen zurückzukommen, oder meinerseits Hypothesen, die noch der specielleren Durcharbeitung bedürfen, auszusprechen.

Anders dürften die Resultate meiner Untersuchungen sich zu der sogen. Protoplasmatheorie stellen. Dass auch hier die Grundsubstanzen der Gewebe als zum Zellenleib gehörig betrachtet werden, scheint mit denselben zu harmoniren, es bestehen aber daneben die allerentschiedensten Gegensätze in Fragen, die m. A. n. schon jetzt der experimentellen Lösung sich darbieten.

M. Schultze hat in seiner bekannten und bedeutsamen Abhandlung (d. Zeitschr. 1861 p. 1) das Muskelgewebe zum Ausgangspunkte seiner Darlegungen gemacht. Abgesehen von der noch immer controversen Genesis der fibrillären Muskel-

substanz handelt es sich hierbei um die Bedeutung der runden zellenähnlichen Körper, welche die Fibrillen begleiten. Die Protoplasmatheorie verwerthet diese runden Körper ganz unbedenklich als „Kerne“ und weist die Welcker'sche Auffassung derselben als Zellen ziemlich kurz zurück. Das hierbei angewandte Argument ist ihre unbestrittene Entstehung aus Theilproducten der stets als Kerne betrachteten runden Körper in der „embryonalen Muskelzelle“, und enthält somit nur eine Petitio principii, denn weshalb diese runden Körperchen in den spindelförmigen Gebilden, welche das embryonale Gewebe enthält, nothwendig den Werth von Kernen haben sollen, geht nirgends hervor, und hat die Auffassung derselben als zellenartige Körper auch ihre Vertreter gehabt.

Dieser Punkt ist es, wo die Entwicklungsgeschichte des Knorpels im Rehgehörn in entscheidender Weise einsetzt. Es muss als unthunlich betrachtet werden, die spindelförmigen Körperchen, die sich im embryonalen Muskelgewebe befinden, resp. die einzelnen Theile derselben, anders zu würdigen, denn diejenigen spindelförmigen Körperchen, die überall das unreife Bindegewebe begleiten sollen, und die ich nur aus den jungen Marksubstanzen und aus dem jungen Knorpel des Rehgehörns isolirt habe. Offenbar handelt es sich hier überall, wenn auch nicht um identische, doch um Gebilde von derselben morphologischen Dignität. Wenn nun die sogen. Knorpelzelle ebenso unzweideutig das directe Derivat des runden Körperchens ist, das sich im Innern der Spindel befindet, als dies für die runden Körper im Muskelgewebe allseitig anerkannt wird, so müsste M. Schultze, der hier „Kerne“ annimmt, auch die Knorpelzelle nur als einen Kern gelten lassen. Es sei ferne, das Ungewöhnliche und Befremdende eines solchen Resultats als Argument dagegen geltend machen zu wollen. Niemand ist lebhafter als der Verf. davon durchdrungen, dass es beim jetzigen Zustande der Histologie ganz unzulässig ist, die Thatsachen nach den Theorien zuschneiden zu wollen und sich in der süssen Täuschung zu wiegen, als besässen wir noch eine als Autorität zu betrachtende Zellentheorie, während doch nur jeder Autor seine persönliche Stellung zu den schwebenden

Controversen als die Zellentheorie betrachtet. Es liegen aber bestimmte und unbestrittene Beobachtungen Köllikers vor, welche die Knorpelzelle auf die embryonale Furchungskugel zurückführen, es also unmöglich machen, sie als einen „Kern“ gelten zu lassen. Kölliker findet in II, 1. pag 349 der Mikrosk. Anatomie die jungen, erst später sich aufhellenden Knorpelzellen „noch voll von den bekannten Dotterkörperchen.“ Um hierüber hinwegzukommen, müssten diejenigen, die den runden Körper im Muskelgewebe als Kern bezeichnen wollen, denselben nicht blos als Derivat des runden Körpers in den spindelförmigen Gebilden, sondern den letzteren als Derivat des Kerns der Furchungskugel nachweisen. Ein Nachweis, welchem Verf. bis jetzt nirgends begegnet ist.

Die Dimensionen derselben Gebilde in verschiedenen Objecten und Alterszuständen können sehr verschieden sein, und werden als ein strenger Beweis nicht betrachtet werden können; dass aber meistens die sogen. Kerne im Muskel und in den Spindelkörperchen der Bindesubstanz kleiner als die Knorpelzellen gezeichnet werden, muss doch umsomehr einen gewissen Eindruck auf den Beschauer machen, als die Unsitte, Abbildungen ohne Angabe des Maassstabes zu geben, auch in sonst werthvollen Werken immer mehr Raum zu gewinnen scheint. So ist die Angabe einiger Dimensionen vielleicht nicht überflüssig.

In Fig. 54 d. Mikrosk. Anatomie v. 1850 v. Kölliker hat ein sogen. Muskelkern nach dem angegebenen Maassstabe 10,8 π. Länge und 5 μ. Breite.

Das. Fig. 357 bei einer muskulösen Faserzelle, allerdings in Essigsäure 16 μ. Länge und 5,7 μ. Breite.

Das. Fig. 334 von einer solchen Zelle aus dem Uterus gravidus sogar 29 μ. Länge und nur 3,7 μ. Breite.

Weissmann (Henle's Jahresber. 1860 pag. 41) findet die Kerne in den mit 35 % Kalilösung isolirten Zellen des Herzmuskels vom Frosch 0,0053 ″ lang und 0,0036 ″ breit. Nicht ganz 12 und 8 μ. entsprechend.

Ich fand, wie schon erwähnt, die runden Körper in den Spindeln beim Rehgehörn von 14,5 — 7,5 μ. Länge und

9,6 — 5,5 μ. Breite. In den Schnitten durch den Knorpel gingen diese dort als „Knorpelzellen“ auftretenden Gebilde bis auf 8,5 μ. Länge und 6,7 μ. Breite herunter.

Auch in dem Epiphysenknorpel eines neugebornen Lammes finde ich die sogen. Knorpelzellen bis auf 8,4 μ. Länge und 3,23 μ. Breite herabgehend. In den jüngeren Schichten kommen 10 μ. Länge und 5,2 μ. Breite häufig vor.

Jedenfalls ist es also nicht ein Unterschied in den Dimensionen, welcher bezüglich der morphologischen Gleichstellung von Muskelkernen und Knorpelzellen Anstoss erregen könnte.

Somit muss ich der Protoplasmatheorie entgegen stellen, dass, was sie vielfach als den Kern betrachtet, dasjenige ist, was der Furchungskugel, also dem eigentlichen Zellenleib entspricht und was ich deshalb, um es von den äusseren Schichten der Zelle zu unterscheiden, den Dotter der Zelle nennen möchte.

Ich muss ihr ferner entgegen stellen, dass dasjenige, was sie als „Protoplasma“ bezeichnet, in vielen Fällen eine erst bei späteren Entwicklungsstufen auftretende äussere Hülle ist. In anderen Fällen allerdings gilt dann wieder der Dotter von Zellen, die keine voluminöse äussere Hülle besitzen, wie z. B. bei den Speichel- und Eiterkörperchen, auch als „Protoplasma“.

Es darf hier wohl noch daran erinnert werden, dass das Eiweiss des Vogel-Ei's im vollsten Maasse die geheimnissvollen Eigenschaften besitzt, die dem Protoplasma in den zuerst genannten Fällen vindicirt werden. Die „fest-weiche“ Beschaffenheit, die scheinbare Resistenz gegen Wasser und schwere Mischbarkeit mit demselben, zeigen sich auf das schönste, wenn man die ganze Eiweisshülle in Wasser fallen lässt, und nun etwas, das eine fadenziehende dicke Flüssigkeit zu sein scheint, mit der Scheere in Stücke schneiden kann, und sogar dieses Mittel anwenden muss, um kleine Portionen davon zu trennen. Es ist sogar eine gewisse Contractilität, wenn auch in den todten Elementen der Faserhäute des Eies nur passiv auftretend, unverkennbar. Die nähere Untersuchung zeigt dann freilich, dass es sich bei alledem nicht um geheimnissvolle neue Eigenschaften der Substanz handelt, sondern alles dieses

auf die Formeigenschaften des Gewebes, auf eine zarte organische Structur zurückzuführen ist, die wir in den verhältnissmässig riesenhaften Eizellen wenigstens bis zu einem gewissen Grade verfolgen können, die sich aber an den kleineren Zellen der Blosslegung durch die jetzigen Untersuchungsmethoden und optischen Hülfsmittel entziehen muss.

Darf ich, ohne mich dem Verdachte auszusetzen, als solle damit eine fertige Theorie aufgestellt werden, die an den abgehandelten Objecten gewonnenen Auffassungen in ein Schema zusammenstellen, um sie dadurch deutlicher hervortreten zu lassen, so würde es folgendermaassen lauten:

1. Dotter der Zelle = Dotter des Eis = Furchungskugel = dem runden Körper in der Bindesubstanzspindel = Muskelkern = Knorpelzelle = Inhalt des Speichel und Eiterkörperchens.

   Damit erhebt sich in den entsprechenden Fällen, z. B. beim Muskelkern, der sogen. Nucleolus zur Dignität eines wirklichen Kerns.

2. Chorion der Zelle. Im unentwickelten Zustande = Zona pellucida der Eizelle = Zellenmembran.

   Im entwickelteren Zustande = Eiweiss und Schale des Vogels-Eis = der spindelförmigen Hülle des Bindesubstanzkörperchens und der embryonalen Muskelzelle = Grundsubstanz des Mark- und Knorpelgewebes.

Der Verf. fühlt sehr gut das Wagniss, das für ihn darin liegt, auch nur so weit das Gebiet dieser theoretischen Erörterungen betreten zu haben. Die Zellentheorie scheint ihm aber auf einen Standpunkt gerathen zu sein, wo auch der schwächste Versuch, zu neuen Anschauungen zu gelangen, wenn er nur eine rein objective Richtung hat, eine gewisse Berechtigung beanspruchen darf. Die Zurückführung des ganzen organischen Werdens und Seins auf die Einheit der Zelle war einer der grossartigsten Gedanken, die in der Geschichte der Wissenschaft aufgetreten sind, und die Nothwendigkeit ihn aufzugeben würde eine um so schmerzlichere Lücke hinterlassen, je unbestrittener der Grundsatz, dass die Zelle im natürlichen Verlauf der Dinge nur aus sich selbst entstehen kann, zur Geltung kommt. Nur

aus diesem allgemeinen Gefühl scheint es mir erklärlich, dass so vielfach darüber hinweggesehen werden kann, dass mit der unbestreitbaren Nothwendigkeit, die Schwann'schen Annahmen über die Entstehung der organischen Formtheile gewisser Grundsubstanzen der Gewebe aus Zellen aufzugeben, dieser grosse Gedanke sein gesichertes Fundament verloren hat. Möchte es angehen, die Entstehung der fibrillären und sonstigen Structur der Grundmassen der Bindesubstanzgruppe auf mechanische Vorgänge der Zerspaltung und Zerklüftung zurückzuführen, so scheint mir damit die Frage nicht erledigt. Diese Grundsubstanzen sind, was Henle so oft und scharf hervorgehoben hat, doch lebendige Theile des Organismus, mit organischen Lebensfunctionen, Widerstandsfähigkeit gegen den Chemismus u. s. w. Das Alles kann doch nicht auf mechanischem Wege aus einem todten Secret werden. Liegt aber der Keim der organischen Bildung und des organischen Lebens auch in Secreten ausserhalb der Zelle; — giebt es noch andere organische Formelemente als die der Zelle; — dann müsste die Zurückführung des ganzen organischen Baus auf die Einheit der Zelle aufgegeben werden. Letztere bleibt dann fast nur noch ein Accessorium, denn, für den thierischen Organismus wenigstens, ist die qualitative und quantitative Bedeutung der sogen. Zwischensubstanzen doch eine sehr grosse.

In dem Versuch zur Wiedergewinnung dieses ganzen organischen Gebiets für die Zelle scheint mir die eigentliche Bedeutung der Protoplasmatheorie zu liegen; ein Ziel, das freilich noch lange nicht erreicht ist.

Erklärung der Figuren.

Die Angabe der Objectivsysteme und Ocular-Nummern bezieht sich auf solche von Zeiss.

Taf. II. Fig. 1, 2, 3, 4 u. 5. Entwicklung des Reh- und Hirschhaars. Halbschematische Abbildungen bei cca. 120f. Vergr.

Fig. 1. Stadium der Bildung der oberhalb der in Fig. 3 gezeichneten Haarstrecke liegenden Theile.

Fig. 2. Bildung der bei B der Fig. 3 u. 4 liegenden Haarstrecke.

Fig. 3. Bildung der bei C der Fig. 4 liegenden Haarstrecke.

Fig. 4 Die Entwicklung des Haars ist vollständig abgeschlossen. In der äusseren Haarscheide tritt eine lebhaftere Zellenbildung ein.
Fig. 5. Wucherung der Haarscheide in die Cutis mit pigmentirten Zellen zur Bildung des neuen Haars.

Die Buchstaben bei allen 5 Figuren bedeuten:

c. Cutis, *e.* Epidermis, *b.* Haarbalg, *as.* äussere Haarscheide.
is. innere Haarscheide. Sie ist bei Fig. 4 u. 5 abgestorben.
ho. Hornschicht und Oberhäutchen des Haars.
m. Markröhre mit lufthaltigen Hohlräumen.
mm. Dieselbe im jugendlichen Entwicklungszustand. In der Form, die sie bei Fig. 2 zeigt, ist sie die „Papille“ der Autoren.
mf. Markfragmente, wie sie in den letzten Stadien der Markbildung fast immer auftreten.
t. Einmündung der Talgdrüsen.
kh Keimlager der Hornschicht, des Oberhäutchens und der inneren Haarscheide. Bei Fig. 1 ist es wegen der sehr geringen Mächtigkeit der Hornschicht nicht mit Bestimmtheit zu beobachten.
p. Papille des neuen Haars, die sich aus den Elementen der Cutis bildet, nachdem die Wucherung der Haarscheide begonnen hat.

Fig. 6. Huf eines 14tägigen Füllens. Senkrechter Radialschnitt durch den Fleischraum der Krone und die angrenzenden Hornmassen. Halbschematisch nach einem mit Carmin gefärbten und in essigsaures Glycerin gelegten Präparat. Die Zeichnung befindet sich in der Lage des auf der Sohle ruhenden Hufs. Vergr $\frac{17,5.}{1.}$

aa. Oberfläche der Hufwand.
b. Cutis mit Bindegewebsnetzen und Andeutung der Capillaren, die von ihr aus in die Papillen eindringen. *ccc.* Papillen.
dd. Mit Blutmassen gefüllte grosse Capillarräume.
d'. Dergleichen Blutmassen, die durch das Wachsthum des Hufs von den noch lebendigen Papillen isolirt sind.
eee. Markstränge (sogen. Hornröhren) als unmittelbare Fortsetzung der Papillen, aus deren Bildungszellen sie entstehen.
fff. Junge Hornmassen. Stark pigmentirt.
gggg. Aeltere, ausgebildete Hornmassen, hier durchsichtig, nur schwach gefärbt und in der Zeichnung farblos gelassen.

Fig. 27. Längsschnitt durch eine Markröhre des Fohlenhufes. Mit natürlicher Injection der Capillaren, welche in dem Präparat theilweis abgeschnitten sind. Der Schnitt ist mit 34 % Kalilauge behandelt und in verdünntes Glycerin gelegt. Syst. D. Oc. 1. Maassstab $\frac{80.}{1.}$

Um die Zeichnung zu vereinfachen, sind in der die Markröhre umgebenden Hornschicht die Zellen nur theilweis ausgeführt.

Taf. III. Fig. 8. Sehr feiner Längsschnitt durch die Axe einer andern Hornröhre desselben Hufs Präparat stark vergoldet und in Canadabalsam gelegt. Syst. F. Oc. 1. Maassst. $\frac{320.}{1.}$

aa. lufterfüllte Hohlräume, *b.* Markröhre, *cc.* Hornzellen.

Die violette Färbung durch das Gold ist nur durch dunkeln Ton wiedergegeben.

Fig. 9. Längsschnitt einer andern Markröhre desselben Hufs, aus der Nähe des Nagelbettes. Präparat mit Carmin behandelt und in Glycerin gelegt. Syst. F. Oc. 2. Maassstab $\frac{401.}{1.}$

Zeichnung halbschematisch.

aa. körnige Grundsubstanz des Markgewebes, welches die Hülle der einzelnen Markzellen bildet.

bb. Centralräume der Markzellen. Schwach lichtbrechend (Dotter oder jetzt schon Hohlräume?) Der doppelte Contur derselben ist vielfach unzweideutig.

cc. Hornzellen, *dd.* Hohlräume in derselben.

Fig. 10. Aus einem senkrechten Schnitt durch die Haut vom Flotzmaul eines eintägigen Kalbes. Mit Carmin gefärbt und in essigsaures Glycerin gelegt. Maassstab $\frac{159.}{1.}$

a. ist die älteste Hornschicht. Sie färbt sich gar nicht, grenzt sich von der jüngeren sich noch schwach färbenden Schicht scharf ab und zeigt nur ganz unbestimmte Zellenconturen und einzelne abgeplattete Kernhöhlen, welche im Stich etwas zu rundlich gerathen sind Ueber der mittleren Papille sind 4 kleine Vacuolen (Spalten).

In der mittleren Papille sind sogen. Kerne und Bindegewebskörper, auch die Blutgefässe angedeutet; in den beiden äussern ist nur der Contur gezeichnet.

Nur an der Basis der Papillen ist die Hornschicht intensiv geröthet.

Fig. 11. Uebergang der Papille in den Markstrang. Aus einem ebensolchen und ebenso behandelten Schnitt vom Flotzmaul eines erwachsenen Rindes. Bei *a.* der Uebergang der Papille in den Markstrang, der von schon ausgebildeten Hornzellen umgeben ist. Syst. D. Oc. 1. = $\frac{159.}{1.}$

Fig. 12. Längsschnitt durch das untere Ende eines vollständig entwickelten Stachels und durch die Haut vom Igel. Mit Carmin gefärbt und in essigsaurem Glycerin. Syst. A. Oc. 1. = $\frac{42,25.}{1.}$

a. Hornschicht des Stachels.

b. Lufthaltige Kammern des oberen Theils der Markröhre durch die Schichtung der Marksubstanz gebildet.

c. Jüngeres Markgewebe in Carmin geröthet, mit deutlichen Zellenräumen.

d. Quergeschnittener Canal vom Bindegewebe der Papille begrenzt. Er hat früher ohne Zweifel die Blutgefässe in den Markstrang geführt. *e.* Epidermis der Haut.

ff. Epidermis des Haarbalgs (äussere Wurzelscheide).

gg. Quergestreifte Muskelbündel, die sich in: *h.* der mit Bindegewebsnetzen durchzogenen Cutis verzweigen.

Der sehr feine Schnitt ist unter dem Knopf des Stachels gerissen und hat dort Lücken.

Fig. 13, 14, 15 u. 16. Querschnitte junger Igelstacheln an verschiedenen Stellen. Syst. C. Oc. 1. = $\frac{73.}{1.}$ Die zu Fig. 15 gehörige Detailzeichnung mit Syst. F. Oc. 1. = $\frac{320.}{1.}$

a. Papille. *b.* Bindegewebiges Gerüst derselben mit: *cc.* Querschnitten von Capillaren und sonstigen Blutgefässen. *dd.* Markzellen.

Taf. IV. Fig. 17. Isolirte Gruppe von drei Markzellen aus dem jungen Igelstachel nach Beh. m. Ammoniak-Carmin und Essigsäure in verdünntem Glycerin. Syst. F. Oc. 1 = $\frac{320.}{1.}$

Fig. 18. Gruppe von 7 Markzellen aus dem Längsschnitt vom unteren Ende eines ganz jungen Stachels. Stark mit Carmin gefärbt. in Essigsäure und verdünntem Glycerin. Syst. F. Oc. 1. = $\frac{320.}{1.}$

Fig. 19. Ebensolche Gruppe aus dem Längsschnitt eines etwas älteren Stachels. Ebenso behandelt und dieselbe Vergrösserung. Diese Zellen sind älter als die in Fig. 18 und jünger als die in Fig. 17 abgebildeten. Die Zeichnung ist in so fern verfehlt, als die nur undeutlich durch die Hülle durchscheinenden Dotter, wie sie in Fig. 18 richtig wiedergegeben sind, in derselben den Eindruck scharf begrenzter Kerne machen.

Fig. 20 A. Aus dem sehr feinen Längsschnitt durch den mittleren Theil der Marksubstanz eines jungen Igelstachels. Nach Behandlung in Carmin, welches dieses Gewebe nicht färbt, in Essigsäure u. verd. Glycerin. Syst. F. Oc. 1. = $\frac{320.}{1.}$

Die dunkel angegebenen Dotter sind hier schwächer lichtbrechend, als das Chorion der Zellen.

Fig. 20 B. Eine einzelne Zelle mit etwas grösserem Dotter aus demselben Präparat. Dieselbe Vergrösserung.

Fig. 21 A. Dotter von Markzellen aus dem Querschnitt

durch die Mitte eines jungen Igelstachels. Präparat m. Kali-Bichromat beh. u. i. verd. Glycerin. Syst. F. Oc. 1. = $\frac{320.}{1}$

In einem Theil der Dotterhöhlen sind noch scharf umschriebene, stark lichtbrechende Kerne. Die Abgrenzung des Chorions der einzelnen Zellen tritt im Querschnitt nur unvollständig hervor.

Fig. 21 B. Aus demselben Präparat, bei derselben Vergrösserung. Umwandlungs- oder Zersetzungsstadien der Kerne (?)

Fig. 22 u. 23. Durchschnitte der Markschichten aus dem Längsschnitt eines jungen Igelstachels. Mit Ammoniak-Carmin beh. in Glycerin. Syst. F. Oc. 1. = $\frac{320.}{1.}$

Es handelt sich hier um ältere Marksubstanz, die sich schon in dünne Schichten gesondert und dadurch lufterfüllte Hohlräume gebildet hat, wie bei *b.* der Fig. 12. Die abgeplatteten Dotter sind hier stark lichtbrechend. In der Zeichnung sind die nicht im Focus liegenden ohne scharfe Contur wiedergegeben.

Fig. 24. Aus dem Längsschnitt vom peripherischen Theil eines jungen Stachels. Präparat in Chromsäure und in verd. essigsaurem Glycerin. Syst. F. Oc. 1. = $\frac{320.}{1.}$ Die Marksubstanz ist hier einerseits durch die peripherische Hornschicht, andrerseits durch einen durchschnittenen Balken der letzteren begrenzt. Die Dotter sind lufterfüllte Hohlräume mit einzelnen Kernresten geworden.

Fig. 25. Junge Marksubstanz. Nach 14 stündiger Maceration in 34 $^0/_0$ Kalilauge. Die Dotter stark lichtbrechend. Syst. F. Oc. 1. = $\frac{320.}{1.}$

Fig. 26. Etwas älteres Gewebe, sonst ebenso.

Fig. 27. Schemata von Markzellen des Igelstachels. Vergr. etwa 600 fach

A. junge Zelle. *B.* vollständig entwickelte. *C.* abgestorbenes Markgewebe aus der Achse des Stachels.

D. Dasselbe aus der Peripherie des Stachels.

a. Dotter. Bei *C.* ein abgeplatteter stark lichtbrechender Körper, bei *D.* ein Hohlraum geworden.

b. Chorion. Bei *C.* zu einer Grundsubstanz verschmolzen, in welcher später keine Zellengrenzen mehr zu erkennen sind; bei *D* in ein Gerüst verwandelt, das die Hohlräume einschliesst.

c. Stark lichtbrechende Kapsel, die bei *B.* den Dotterraum einschliesst (optische Täuschung?).

d. Kernrudimente (oder sonstiger modificirter Zelleninhalt?).

Fig. 28. Jüngste Bildungszellen des Knorpels des sprossenden Rehgehörns. Durch Zerzupfen in schwach gesalzener Eiweisslösung erhalten. Syst. F. Oc 2. Maassstab der Zeichnung $\frac{802.}{1.}$

Fig. 29. Dieselben Zellen aus tiefern Schichten des Gewebes, also älter. Dieselbe Vergr.

Fig. 30 A. Dergleichen Zellen aus Schichten, wo schon Verkalkung beginnt. Dieselbe Vergr.

Bei den beiden oberen Zellen ist der Centralkörper wahrscheinlich durch Trübung der Hülle unsichtbar.

Fig. 30 B. Verzweigte Zellen aus demselben Präparat als 30 A. Dieselbe Vergr.

Fig. 31. Aus einem Längsschnitt durch den in Spiritus gehärteten Knorpel des sprossenden Rehgehörns. Präp. mit Chromsäure beh. u. in Glycerin gelegt. Maassstab der Zeichnung $\frac{802.}{1.}$

Der auslaufende Schnittrand zeigt eine Ausfaserung und Längsstreifung, welche auf die Zusammensetzung der Grundsubstanz aus den spindelförmigen Hüllen hinweist.

Fig 32. Aus einem Querschnitt desselben Knorpels. Präp. mit Ammoniak-Carmin beh. u. in essigsaures Glycerin gelegt. $\frac{801.}{1.}$

Fig. 33. Aus dem obersten (jüngsten) Theil des in Spiritus gehärteten sprossenden Rehgehörns. Nach Maceration in Wasser, Zerzupfen und Behandlung mit verdünnter Kalilauge. Syst. F. Oc. 1. $= \frac{320.}{1.}$

Flüchtige Skizze des schnell weiter fortschreitenden Aufquellungszustandes.

Fig. 34 A u. B. Knorpel aus den hinteren halb entwickelten Extremitäten einer grossen Batrachierlarve. Derselbe ist frisch in gesalz. Eiweisslösung zerz. u. mac. Syst. F. Oc. 2. $= \frac{401.}{1.}$

Diese Sonderung der Grundsubstanz im Zellengebiete ist nur bei einzelnen Zellen am Rande des Präparats zu beobachten. Bei einigen Zellen ist neben dem contrahirten Dotter ein Hohlraum zu bemerken.

Ueber secundäre Fusswurzelknochen.

Von

Dr. Ludwig Stieda,
in Dorpat.

Es kommt vor, dass Theile gewisser Knochen des Menschen als selbstständige Knochen auftreten. Gruber hat derartige Knochen der Fuss- oder Handwurzel mit dem Namen der secundären Fuss- und Handwurzel — Ossa tarsi et carpi secundaria — bezeichnet. (Dieses Archiv 1864, p. 287. Vorläufige Mittheilung über die secundären Fusswurzelknochen des Menschen).

Das Vorkommen der secundären Fusswurzelknochen ist offenbar sehr selten, dafür scheint vor Allem der Umstand zu sprechen, dass sich nur äusserst wenige Fälle davon in der Literatur verzeichnet finden. Seit dem Erscheinen der erwähnten Mittheilung Gruber's habe ich dem besprochenen Gegenstande meine besondere Aufmerksamkeit geschenkt und bin im Stande, einerseits dem bereits Bekannten einige neue Beispiele hinzuzufügen, andrerseits die Zahl derjenigen Fusswurzelknochen, an welchen bisher ein Zerfall beobachtet worden ist, zu vermehren, indem ich ein secundäres Fersenbein (Os calcanei secundarium) beobachtet habe.

Nicht alle Fusswurzelknochen sind in gleicher Weise geneigt, in einzelne Abschnitte zu zerfallen.

1. Am häufigsten gestaltet sich ein Theil des Talus zu einem selbstständigen Knöchelchen. Bekanntlich besitzt der

Talus hinten einen Fortsatz (Processus tali posterior), welcher durch eine der Sehne den Musculus flexor hallucis entsprechende Furche ausgezeichnet ist. Durch die Furche tritt an dem genannten Processus ein laterales und ein mediales Höckerchen (Tuberculum laterale et mediale proc. p. t. hervor. Es kann nun aber das laterale Tuberculum als ein besonderer Knochen auftreten, welcher durch Synchondrose oder durch ein Gelenk dem Körper des Talus vereinigt ist. Gruber hat den Talus secundarius unter je 24—25 Individuen ein Mal und zwar meist nur am Talus eines Fusses häufiger bei Weibern, als bei Männern beobachtet. — Ich habe unter 60 Leichen, welche ich darauf hin geprüft habe, nur einmal einen Talus secundarius am linken Fuss eines Mannes gefunden. Das Knöchelchen hatte in frontaler Richtung eine Länge von 14 Mm., war an seinem lateralen Ende dick, an seinem medialen etwas zugespitzt, in sagittaler Richtung hatte das Knöchelchen an seinem lateralen Ende 10 Mm. Durchmesser, in verticaler Richtung nur 8 Mm. — Die Verbindung des Talus secundarius mit dem eigentlichen Talus wurde durch Bindegewebsmassen bewirkt. — An der untern Fläche besass der Talus secundarius eine kleine dreieckige Gelenkfläche, welche einer ebenfalls dreieckigen Facette der oberen Gelenkfläche des Fersenbeins entsprach.

2. Das erste Keilbein zerfällt durch eine horizontale Spaltung in einen oberen und einen unteren Knochen (Os cuneiforme primum secundarium dorsale et plantare Gruber). Gruber macht keine Zahlenangaben über die Frequenz dieser Anomalie, sondern meldet, dass er nur ein rechtseitiges Os cuneiforme mit vollständigem Zerfall habe, dagegen mehrere mit der Andeutung einer Theilung. Ferner liegt die Mittheilung eines englischen Autors Th. Smith vor, welche ich nur durch ein Referat H. Meyer's im Hirsch-Virchow'schen Jahresbericht für 1867 kenne (Smith Th.. A foot having four cuneiforme bones. Transactions of the pathological society Tome XVII p. 222). Smith fand an beiden Füssen desselben Individuums die erwähnte Spaltung in zwei Knochen. — Ich habe die erwähnte Anomalie unter 60 Leichen nur einmal am linken Fuss eines Mannes beobachtet. Das nähere Verhalten dabei

war folgendes: Das erste Keilbein ist in horizontaler Richtung in zwei annähernd gleich grosse Abschnitte, einen oberen und einen unteren zerlegt. Beide Theile erscheinen in ihrer durch Bänder vermittelten Verbindung einem gewöhnlichen ersten Keilbein insofern nicht ganz gleich, als die Rückenfläche des oberen Abschnittes breiter als gewöhnlich ist. Die beiden Abschnitte sind derartig durch Bandmassen zusammengehalten, dass eine Verschiebung (in horizontaler Richtung) nicht ausführbar ist. Die einander zugekehrten Flächen beider Knochen sind in ihrem lateralen Theile durch starke Bindegewebsmassen an einander geheftet, in ihrem medialen Theile besitzen sie dagegen einander entsprechende Gelenkflächen. An der medialen Fläche läuft senkrecht über die Gelenklinie ein starkes Band. Während also die beiden Knochen an der lateralen Seite durch Syndesmose verbunden sind, haben sie an der medialen Seite ein nur theilweise durch ein Gelenkband geschütztes Gelenk, welches hinten und vorn mit den anstossenden Gelenken communicirt. Entsprechend dem Zerfall des Os cuneiforme primum in 2 Theile sind die Gelenkflächen der articulirenden Knochen etwas verändert. Die nach hinten gerichteten Enden beider Theilstücke tragen nämlich je eine plane Gelenkfläche; die obere ist dreieckig und kleiner, die untere ist kreisförmig und grösser. Da hiernach statt der einen Gelenkfläche eines gewöhnlichen Os cuneiforme primum zwei Gelenkflächen an das Os naviculare stossen, so zeigt das letztere mit Hinzurechnung der beiden für das zweite und dritte Keilbein bestimmten Flächen, vier Facetten. Auch an der vorderen Fläche tragen beide Theilstücke je eine plane Gelenkfläche. Im Anschluss an diese beiden Gelenkflächen besitzt die Basis des ersten Metatarsusknochens eine durch eine vorspringende Kante in zwei Facetten getheilte Articulationsfläche. An der lateralen Fläche ist das obere Stück nicht vollständig überknorpelt, sondern nur etwa $^{3}/_{4}$ der Fläche, so dass der untere und vordere Abschnitt rauh und uneben ist. Das untere Stück ist nur etwa in der Hälfte seiner lateralen Fläche überknorpelt, indem es nach hinten zu eine kleine kreisförmige Gelenkfläche besitzt. An den hinteren Abschnitt der lateralen Gelenkfläche des unteren

Knochens und an die kleine laterale Gelenkfläche des unteren Knochens legt sich das Os cuneiforme secundum, an den vorderen Abschnitt der lateralen Gelenkfläche des oberen Knochens das Os metatarsi secundum.

3. Der Zerfall des Fersenbeins in zwei Abtheilungen muss äusserst selten vorkommen, da weder Gruber, noch andere Autoren darüber berichten. Ich habe eine solche Anomalie unter 60 Leichen einmal und zwar am rechten Fuss eines Weibes gefunden. Es entsprach das secundäre Fersenbein der kleinen Gelenkfläche, welche sich an der oberen Fläche des Processus anterior calcanei vorfindet und zur Verbindung mit einer Gelenkfacette am Kopfe des Talus bestimmt ist. Der Calcaneus secundarius ist ein 17 Mm. langes Knöchelchen, dessen beide Enden zugespitzt sind und dessen grösster Breitendurchmesser 10 Mm. beträgt. Man kann an dem Knöchelchen 2 plane und eine convexe Fläche und 3 Kanten wahrnehmen. Ich unterscheide die 3 Flächen als obere, untere und vordere; die obere plane Fläche repräsentirt die oben erwähnte Gelenkfläche des Processus anterior calcanei; die andere ebenfalls obere Fläche lehnt sich an die hintere Articulationsfläche des Würfelbeins, welche hier eine kleine Facette dazu besitzt. Die untere convexe Fläche liegt in einer entsprechenden Concavität des Processus anterior calcanei; beide einander berührenden Flächen sind abgeglättet. Die Verbindung des Knöchelchens mit seiner Umgebung anlangend, so ist hervorzuheben, dass es mit dem Calcaneus nur durch schwache Bindegewebszüge zusammenhing, dagegen dem Os naviculare durch äusserst kräftige Faserzüge eng angeschlossen war.

4. Ueber den Zerfall des Os cuboideum existirt bisher nur eine Mittheilung Blandins in seiner Traité d'anatomie topographique. Gruber hat ebensowenig als ich Gelegenheit gehabt, etwas derartiges zu beobachten.

Die physiologische Wirkung einiger Opium-Alkaloide und die therapeutische Anwendung des Papaverins.

Von

Woldemar Baxt

aus St. Petersburg.

Das Opium mit allen seinen Präparaten gehört unstreitig seit Alters her zu den geläufigsten Mitteln der medicinischen Praxis. Bekanntlich dient das Opium nicht nur zu bestimmten Heilzwecken, für diese oder jene Krankheitsform, sondern vielmehr zur Linderung schmerzlicher Empfindungen, die ja als Begleiter der meisten krankhaften Veränderungen im Organismus sich einzustellen pflegen. Trotzdem ist dessen physiologische Wirkung lange nicht hinreichend erforscht, wie man es wohl nach seiner vielseitigen Anwendung zu erwarten berechtigt wäre. Unglücksfälle von Vergiftungen mit Opium an Menschen, wie auch toxikologische Versuche an verschiedenen Thieren angestellt, haben schon seit älteren Zeiten gezeigt, dass die Wirkungen des Opiums sich nicht auf die gewünschte Sedative beschränkt, dass vielmehr in vielen Fällen, natürlich bei grösserer Dosis, eine Reihe verschiedenartiger Symptome sich einstellt, unter denen Convulsionen verschiedener Intensivität und Charakters in erster Reihe stehen. Der Gehalt des Opiums an wirksamen Bestandtheilen ist je nach Jahreszeit, Klima und Boden, wo das Opium gewonnen wird, sehr verschieden. Alle diese Momente aber können beim jedesmaligen

Beziehen eines Opiumpräparates in der Apotheke unmöglich berücksichtigt werden, daher kommt es wohl auch, dass man bald mit grösseren Dosen nicht den gewünschten Effect erreichen kann, bald aber relativ kleinere Dosen sehr unerwünschte Effecte zu Tage fördern sieht. Darin wird wohl auch der Grund der raschen Verbreitung des Morphiums bald nach seiner Entdeckung zu suchen sein, das zuletzt das Opium bald ganz zu verdrängen droht.

Mit weniger Glück traten die übrigen seither entdeckten Opium-Alkaloide auf, von denen nur in der letzten Zeit das Codein, dann wieder das Narcein von französischer Seite her sich Bahn zu brechen scheint. Alle übrigen Opium-Alkaloide sind in ihrer physiologischen Wirkung sehr wenig oder fast gar nicht bekannt. Bei den namhaftesten Autoren, auch der neuesten Zeit, begegnen wir einer gewissen Gleichgültigkeit gegen diese Stoffe, — wenigstens wüssten wir sonst nicht besser die von diesen Autoren angegebene gleichgültige (indifferente) Wirkung dieser Körper uns zu erklären. In allen neuesten Pharmakologieen und Toxikologieen wird ganz bestimmt angegeben, dass ausser dem Morphium, Codein und Narcein alle übrigen Opium-Alkaloide ganz wirkungslos seien. Indessen sind die Erscheinungen der Opium-Vergiftung durch die bekannten Wirkungen jener seiner angeblich allein wirksamen Bestandtheile nicht genügend zu erklären, während man doch mit vollem Rechte erwarten müsste, dass die Wirkung des Opiums als Ganzes, und die aller seiner wirksamen Bestandtheile zusammengenommen sich gleich blieben und gegenseitig decken sollten.

Bei diesem Sachverhalt des besagten Gegenstandes hielt ich es nicht für unnütz, eine eingehendere Untersuchung der physiologischen Wirkung der bekanntesten Opium-Alkaloide zu unternehmen. Bevor ich aber an die eingehendere wissenschaftliche Untersuchung dieser Frage mich machen konnte, sah ich mich genöthigt, eine Reihe vorläufiger Untersuchungen durchzumachen, um vor Allem zu einer möglichst sicheren Vorstellung über den allgemeinen Charakter der Wirkung eines jeden Alkaloids zu gelangen, um dann diesem Charakter ent-

sprechend, näher den Weg einer genaueren wissenschaftlichen Untersuchung mir möglichst bestimmt vorzeichnen zu können. In dieser Beziehung konnte ich um so weniger die wenigen in der Literatur vorkommenden Angaben über diesen Gegenstand unbedingt zur Basis nehmen, als alle diese Arbeiten durch die Unbestimmtheit und Einseitigkeit der zu Grunde gelegten Aufgabe und der Untersuchungsmethode sich besonders auszeichnen.

Unter allen diesen Arbeiten verdient nur besonders die kurze Mittheilung von Claude Bernard[1]) erwähnt zu werden, wo der berühmte Experimentator seine Versuche über die narkotische Wirkung von sechs Opium-Alkaloiden, nämlich Morphium, Narcein, Codein, Narkotin, Thebain und Papaverin der Pariser Akademie vorlegte. Die Resultate dieser Beobachtungen lassen sich in Folgendem kurz zusammen fassen: Eine narkotische Wirkung besitzen nur das Morphium, Narcein und Codein, wobei sie sich übrigens von einander durch den Grad dieser Wirkung und den besonderen Charakter des hervorgerufenen Schlafes unterscheiden. Als das am besten in dieser Beziehung wirkende Mittel stellte sich nach seinen Versuchen das Narcein heraus, welches in kleiner Gabe einen tiefen Schlaf hervorruft, aus dem das Thier später vollkommen gesund erwacht, ohne alle irgend welche schädliche Nachwirkung, während nach Morphium die Thiere (Hunde, Kaninchen, Meerschweinchen) nach dem Erwachen noch lange nicht recht gehen können, besonders nicht auf den Hinterbeinen, welche geschleppt werden, wobei wir sehr an den Hyänengang erinnert werden. Alle übrigen Alkaloide, nämlich Narkotin, Papaverin und Thebain besitzen gar keine narkotische Wirkung; im Gegentheil modificiren dieselben oder schwächen sogar durch ihren Einfluss die schlafmachende Wirkung der früher genannten Alkaloide. Ganz anders reihen sich die Opium-Alkaloide nach den Beobachtungen Bernard's in Bezug auf ihre giftige Wirkung. In dieser Beziehung will er sie in folgender Weise auf einander folgen lassen: Thebain,

1) Comptes rend. LIX. 1864. p. 406.

Codein, Papaverin, Narcein, Morphium und endlich, am allerschwächsten, das Narkotin. Ausserdem zeigen alle Opium-Alkaloide, mit Ausnahme des Narceins, eine Convulsionen erregende Wirkung mit schnell eintretender Todtenstarre. In Bezug nun auf diese Convulsionen erregende Wirkung will Claude Bernard alle die genannten Alkaloide in folgender Weise aneinander reihen: Thebain, Papaverin, Narkotin, Codein, Morphium und endlich das Narcein.

Die von Claude Bernard benutzten Präparate waren theils von Meunier in Paris, theil von Merik in Darmstadt bezogen, — nebenbei spricht Claude Bernard seinen besonderen Dank dem Apotheker Guillemet in Paris aus, der sich besonders verdienstlich machte durch die Lieferung eines gereinigten Narcein-Präparats (?)[1])

Einiges Interesse verdienen auch, übrigens mehr durch deren Curiosität, die Beobachtungen Ozanam's,[2]) der eine besondere Wirkung eines jeden Alkaloids auf einen bestimmten Theil des centralen Nervensystems beobachtet haben will, nämlich Morphium, Opianin und Narcotin wirken vorzüglich auf die Hirnhemisphären, das Codein auf das Cerebellnm und verlängerte Mark, das Thebain auf den Hals- und Nackentheil des Rückenmarks und endlich das Narcein auf dessen Lendentheil. Kaum erwähnenswerth ist noch eine originelle Arbeit von Albert,[3]) der die Wirkung verschiedener Opium-Alkaloide an Fröschen untersuchte, dabei aber, sonderbarer Weise, immer zu gleichen Mengen von allen Alkaloiden verabreichte, unbe-

---

1) Die Arbeit Claude Bernard's sehe ich mich genöthigt, in allen ihren Hauptzügen anzuführen, einmal, weil sie die einzige nennenswerthe in der Literatur über diesen Gegenstand ist, dann aber, weil viele seiner Angaben in unsern Untersuchungen sich nicht bestätigten, daher auch wir in Folge unserer Abhandlung genöthigt sein werden auf verschiedene Punkte der angeführten Angaben zurückzukommen.

2) Comptes rendus etc. T. LIX p. 464.

3) J. F. H. Albert. Das Opium und seine Basen und die Mecon-Säure nach ihrer physiologischen Wirkung. Virchow's Archiv Bd. XXVI S. 225.

kümmert darum, dass ein Alkaloid 10, 20 und noch mehrere Mal stärker als das andere wirken kann, und folglich auch, um das eigentliche Bild der Wirkung beider Alkaloide an den Tag zu fördern, man nothwendigerweise das erstere in entsprechend kleinerer Dosis als das letztere, anwenden muss. Es liegt wohl auf der Hand, dass jeder Stoff nur in bestimmter Quantität angewandt das vollständige Bild seiner Wirkung zu Tage fördern kann. Ebenso wie eine kleinere Dosis nicht zur vollständigen Wirkung ausreichen kann, gelangt auch eine viel zu grosse Dosis zu rasch zur Wirkung, die Wirkungserscheinungen folgen viel zu schnell auf einander, so dass viele von ihnen der Beobachtung ganz entgehen.

Von den allerletzten Arbeiten über diesen Gegenstand wäre noch eine Abhandlung von Reissner[1]) zu erwähnen, der übrigens vom Papaverin behauptet, dass dasselbe beim Menschen ähnlich dem Narkotin wirke. Die Einspritzung von 120 Milligrm. desselben bleibt ohne alle Wirkung auf Puls, Temperatur u. s. w., blos die immer auftretende Myosis zeigt auf die Wirkung dieses Stoffes auf das centrale Nervensystem. In dem Buche Erlenmeyer's[2]) ist Papaverin mit keiner Sylbe erwähnt; ebensowenig in dem dicken Buche Eulenburg's,[3]) wo überhaupt alle bis jetzt subcutan angewandten Arzneistoffe sehr erschöpfend besprochen sind.

Die Angaben Claude Bernard's, ungeachtet der unbestrittenen Autorität des berühmten Experimentators, konnten nicht unbedingt als zuverlässig angenommen werden. Sie erweckten schon grossen Zweifel deshalb, weil das von ihm angepriesene Narcein als ganz unlösbar sich herausstellt. Weder das reine Narcein, noch das salzsaure Salz desselben lassen sich, selbst beim Erwärmen, auflösen, ausser bei der Siedehitze, worauf dann aber bei der leisesten Abkühlung die Krystalle aus der Lösung sich bald ausscheiden. Ebensowenig

1) Reissner, Laehr's Psych. Zeitschr. Bd. XXIV Heft 1 2.
2) Erlenmeyer, Die subcutane Injection. 1866.
3) Eulenburg, Die hypodermatische Injection 1867.

löst sich das Narcein auf Zusatz anderer Säuren, wie Essigsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure, Citronensäure, Oxalsäure. Allerdings löst sich dasselbe in der Citronensäure bei einer etwas niedrigeren Temperatur als die Siedehitze, aber immerhin übersteigt auch diese Temperatur bedeutend die des thierischen Organismus. Es wäre kaum anzunehmen, dass Bernard dieses Mittel suspendirt angewendet hätte, ohne darüber in der Abhandlung etwas zu sagen. Nach vielem Umhersuchen nach Lösungsmitteln für diesen Stoff kam ich endlich auf das Aetzkali, auf dessen Zusatz (in einigen Tropfen) das Narcein sich vollständig ohne Erwärmung löst. Kaum wäre es zuzugeben, dass Claude Bernard mit einer derartigen Lösung des Narceins gearbeitet hätte, ohne es mit einem Worte zu erwähnen. Es bleibt denn anzunehmen, dass das Narcein-Präparat Bernard's nicht das richtige gewesen sein muss,[1]) und in dieser Beziehung ist nur das zu grosse Vertrauen Bernard's zu seinem Chemiker zu bedauern, der ihm dieses Präparat geliefert hat.

Bei dieser Unsicherheit aller Angaben sah ich mich genöthigt, mit aller Vorsicht die Reinheit aller zu untersuchenden Alkaloide zu prüfen, indem ich jedes Alkaloid auf alle für dasselbe angegebenen Reactionen untersuchte. Meine Untersuchungen bestehen aus zwei Hauptgruppen, nämlich aus Versuchen über den allgemeinen Wirkungscharakter eines jeden Alkaloids und dann auch aus eingehenderen Untersuchungen dieser Wirkung nach den in der letzten Zeit ausgearbeiteten Untersuchungs-Methoden. Die Versuche wurden theils in Wien im Sommer 1867 im physiologischen Institut des Professor Brücke ausgeführt, und dann auch im Winter 1867-68 in Berlin im Laboratorium des Professor du Bois-Reymond fortgesetzt.

1. Thebain (Paramorphin) $Ꞓ_{19} H_{21} NΘ_3$, in schneeförmigen Blättchen mit silbernem Glanz krystallisirt. Durch

---

1) Am wahrscheinlichsten muss Claude Bernard statt des Narcein das Papaverin zur Hand gehabt haben, welches, wie wir bald sehen werden, in seiner Wirkung vollständig das Alles vereinigt, was Claude Bernard beim Narcein beobachtet haben will.

concentrirte Schwefelsäure wurde es roth gefärbt, concentrirte Salpetersäure bewirkte eine gelbe Lösung, die auf Zusatz eines Alkali's eine flüchtige Base entwickelte; rothes Lackmuspapier in einer geschlossenen Schaale darauf gelegt, wurde blau gefärbt.

Einem mittelgrossen Frosche wird etwa $^{3}/_{4}$ bis 1 Milligrm. in 200 bis 600 Gewichtstheilen Wasser mit kleinem Zusatze von Salzsäure gelöst, mittelst einer Pravaz'schen Spritze injicirt; unmittelbar darauf erscheint der Frosch sehr aufgeregt, macht häufige und heftige Sprünge ohne alle äussere Veranlassung oder Reiz, was etwa 1 bis $1^{1}/_{2}$ Minuten nach der Einspritzung dauert. Dann zeigt sich der Frosch wieder beruhigt und nach 3 bis 6 Minuten erscheint er ganz komatös. Mit einiger Schonung auf den Rücken oder sonst auf ungewöhnliche Weise gelegt, behält er lange die gegebene Lage, bis er aus derselben durch irgend einen äusseren Reiz herausgebracht wird. Dieser halb komatöse Zustand dauert 12 bis 18 Minuten nach der Vergiftung, während welcher Zeit er auf schwache Reize, durch welche er nicht erweckt wird, gar nicht reagirt; auf stärkere aber antwortet er mit heftigen aber einfachen Zuckungen.

Nun aber treten alle Erscheinungen einer Strychnin-Vergiftung ein, die leiseste Berührung des Körpers, besonders an den Beugeseiten der Schenkel, an den Zehen, Brust, Kinn genügt, um heftige tetanische Contractionen längerer oder kürzerer Dauer hervorzurufen. Ein Schlag auf den Tisch oder an ein über das Thier gehaltenes Glas genügt ebenfalls, um einen starken Tetanus hervorzurufen. Bei öfterer Wiederholung von dergleichen Reizungen nehmen die Reactionen an Intensität allmählich ab, indem sie vom eigentlichen Tetanus stufenweise mehr und mehr in einfache Contractionen übergehen. Diese Phase des eigentlichen Reflextetanus dauert 2 bis 4 Minuten, worauf dann spontane tetanische Krämpfe ohne allen wahrnehmbaren äusseren Reiz sich einstellen, von längerer oder kürzerer Dauer mit sehr kurzen Pausen, während welcher die allerleiseste Berührung immer genügt, einen neuen Tetanus hervorzurufen. In diesem Zustande verbleibt das Thier 1 bis 2 Stunden, worauf dann spontane Convulsionen immer seltener

werden, bis sie endlich nach etwa 3 bis 4 Stunden ganz ausbleiben, während die Erregbarkeit noch abnorm gesteigert bleibt. Erst nach 5 bis 8 Stunden hört auch diese Erregbarkeit auf, das Thier reagirt dann auf Berührung, wenn auch etwas lebhafter als sonst, aber immer mit einfachen Contractionen. Ich nahm oft Gelegenheit, Thiere nach derartigen Versuchen am andern Tage derselben Wirkung des Thebains zu unterwerfen, wobei ich dieselben Erscheinungen in ganz derselben Reihenfolge beobachten konnte. Oft gelang es mir, an einem und demselben Thiere bei sorgfältiger Aufbewahrung desselben, bei täglicher Wiederholung der Thebain-Injection ganz dieselbe Symptomen-Reihe 3 bis 4 Mal zu beobachten. Ob nun die Frösche an dies Gift sich gewöhnen und folglich die Wirkung desselben später abnimmt, oder aber bei wiederholter Einwirkung des Giftes die Wirkung desselben gesteigert wird. (Cumulative Wirkung) — darüber sind die Beobachtungen wohl wegen der ausserordentlichen Kleinheit der Dosis bei den Fröschen zu schwankend, um etwas Bestimmtes darüber constatiren zu können.

Bei Steigerung der Dosis folgen die Vergiftungserscheinungen viel rascher auf einander und endlich so schnell, dass einzelne Symptome völlig der Beobachtung entgehen, wobei natürlich zugleich die Möglichkeit für die Erholung des Thieres immer abnimmt. Die 3—6fache Menge des Thebains einem Frosch injicirt, ruft zwar dieselben Symptome, aber in viel rascherer Aufeinanderfolge hervor. Schon nach 3—6 Minuten nach der Einspritzung bewirkt die leiseste Berührung tetanische Krämpfe, die sich auch alsbald spontan einstellen und nachdem das Thier in diesem Zustande 2—6 Stunden zugebracht hat, bleibt es todt liegen. Die Todtenstarre tritt sehr bald am ganzen Körper auf, ganz so, wie es bei Strychnin-Vergiftung der Fall ist. Oeffnet man dann die Brusthöhle, so kann man noch einige Zeit das Herz fortschlagen sehen, wobei die Intensität der Zusammenziehungen allmählich abnimmt, bis sie dann ganz erlöschen.

Diese auffallende Aehnlichkeit in der Wirkung des Thebains mit Strychnin veranlasste mich auch, diese Aehnlichkeit einer-

seits genauer zu bestimmen, und dann auch den wahrscheinlichen Unterschied in dem Grade der Wirkung genau zu ermitteln. Die gewöhnlichen Lösungen des Strychnins bewirken sehr schnell einen heftigen Tetanus, indem die Thiere bald darauf sterben. Ich bemühte mich daher, eine derartige Strychnin-Vergiftung zu Stande zu bringen, wo alle diese einzelnen Vergiftungs-Erscheinungen deutlicher hervortreten. Dies gelang mir auch leicht mittelst der allmählichen Verdünnung der Strychninlösung, bis ich endlich eine solche bekam ($^1/_{3000}$), die ohne das Thier tödtlich zu vergiften, dieselbe Symptomenreihe wie die beim Thebain beobachtete, hervorrief. Nach Einspritzung dieser Strychninlösung in ungefähr derselben Menge wie der oben angeführten schwachen Thebainlösung traten dieselben Vergiftungs-Erscheinungen in ganz derselben Aufeinanderfolge, wie wir sie eben beim Thebain wahrgenommen haben, auf. Nach dem vorausgehenden eigentlichen Reflextetanus, den darauf folgenden spontanen Convulsionen, und endlich nach der allmählichen Abnahme aller dieser Erscheinungen sahen wir die Frösche in 5 — 8 Stunden nach der Strychnin-Vergiftung sich vollständig erholen und dann mehrere Tage lang im besten Wohlsein sich erhalten. Diese Versuche lassen wohl keinen Zweifel übrig, dass der Unterschied in der Wirkung des Thebains und Strychnins ein nur quantitativer ist, der Charakter der Wirkung aber bei beiden sich ganz gleich bleibt. Für Frösche im Sommer konnte ich das Verhältniss der Intensität der beiden Gifte ungefähr 1 : 10 — 12, d. h. um ein und denselben Grad der Vergiftung bei beiden Stoffen zu erhalten, muss man vom Thebain die 10 — 12fach grössere Dosis als die des Strychnins nehmen. Zwei möglichst gleiche Frösche, der eine mit Strychnin, der andere mit Thebain im gesagten Verhältnisse der Dosis vergiftet, zeigen ganz dieselben Vergiftungs-Erscheinungen, ganz in derselben Aufeinanderfolge, so dass es unmöglich ist, zu unterscheiden, welcher Frosch mit Strychnin und welcher mit Thebain vergiftet wurde.

Diese vorzüglich Convulsionen erregende Wirkung des Thebain macht es wohl mehr als wahrscheinlich, dass die bei einer Opium-Vergiftung eintretenden tetanischen Anfälle eigent-

lich durch das im gegebenen Opium - Präparate enthaltene Thebain bedingt sind, dass dann noch der Grad dieser tetanischen Anfälle von dem grösseren oder kleineren Thebain-Gehalte in jedem gegebenen Falle abhängen wird, indem ja der Procent - Gehalt der verschiedenen Bestandtheile des Opiums grossen Schwankungen unterliegt. Die späteren Versuche haben diese Wahrscheinlichkeit bestätigt, wie wir es in der Folge sehen werden.

Es bleiben uns dann noch die Wirkungen des Thebains an den Säugethieren zu prüfen. Für Kaninchen mittlerer Grösse genügt es 8 — 12 Milligrm. Thebain unter der Haut einzuspritzen, um nach 15 — 25 Minuten die heftigsten tetanischen Krämpfe hervorzurufen, die 10—20 Minuten andauern und unter denen das Thier stirbt. Die Todtenstarre entwickelt sich dann auffallend rasch. In 3 Fällen beobachtete ich übrigens vollständige Genesung der Kaninchen, nach einem in Folge der Thebain-Einspritzung überstandenen heftigen Tetanus. Bei Meerschweinchen braucht man dieselbe Quantität Thebain, wie bei Kaninchen, um dieselben Erscheinungen hervorzurufen. Bemerkenswerth ist dabei, dass die Meerschweinchen mit grösserer Leichtigkeit die Tetanusanfälle überleben, ein Meerschweinchen erholte sich nach einem Tetanus in Folge der Thebain - Vergiftung, der eine halbe Stunde anhielt. Meerschweinchen ebenso wie Kaninchen scheinen sich sehr schnell an das Thebain zu gewöhnen, indem bei jedesmaliger Wiederholung der Vergiftung an einem Thiere, das schon eine Vergiftung überlebte, immer zur Hervorrufung derselben Erscheinungen in derselben Intensität eine bedeutende Steigerung der Dosis nothwendig ist. An Meerschweinchen, die eine zur Hervorrufung tetanischer Anfälle ungenügende Dosis Thebain erhalten haben, und in Gemeinschaft mit andern gesunden Meerschweinchen gebracht wurden, sah ich deutlich lebhafte Bewegungen, die bestimmt auf eine starke Regung der Geschlechts-Organe hinweisen.

Die sich an der Einstichstelle bildenden Anschwellungen mit darauf folgenden Verschwärungen und Vereiterungen werden wahrscheinlich durch die mitwirkende Salzsäure bedingt sein,

die wenngleich in kleinerer Menge zur Lösung des Thebains immer zugesetzt werden müss.

Tauben und Sperlinge mit Thebain vergiftet, zeigen dieselben tetanischen Anfälle, nnter denen sie auch schnell sterben, mit rasch darauf eintretender Todtenstarre.

2. Porphyroxin färbte sich durch salpetrige Schwefelsäure braun, mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, wurde es schön rosenroth gefärbt und auf Zusatz von Alkali scheidet es sich wieder farblos ab.

Einem mittelgrossen Frosche werden 2 — 3 Milligramm Porphyroxin in $^1/_2$proc. Lösung unter die Haut injicirt, unmittelbar darauf oder nach einer Minute zeigt sich das Thier sehr gereizt, springt heftig umher, ohne alle wahrnehmbare äussere Veranlassung. Dieser Zustand dauert gegen 1 Minute, worauf dann der Frosch sich beruhigt und dann wieder immer stumpfer auf äussere Reize reagirt. In diesem halb komatösen Zustande verbleibt das Thier 15 — 20 Minuten, worauf dann alle Erscheinungen einer erhöhten Reizbarkeit sich einstellen. Auf die leisesten mechanischen Reize reagirt das Thier sehr lebhaft, durch ungewöhnlich energische Contractionen, welche immer an Energie zunehmend, bald auch (nach 5 Minuten) in eigentliche tetanische Zuckungen übergehen. Auf diese als Reaction nach stattgehabter Reizung auftretenden rein reflectorischen tetanischen Zuckungen folgt bald auch ein ganz spontaner Tetanus, der periodisch mit längeren oder kürzeren Pausen ohne alle wahrnehmbaren Reizungen des Thieres sich einstellt. Dieser Zustand dauert 1 — 2 Stunden, manchmal noch mehr mit allmählicher Abnahme der tetanischen Erscheinungen, indem zuerst der sogen. spontane und darauf auch der reine Reflextetanus verschwindet. Die Frösche reagiren dann auf gewöhnliche Reize etwas energischer als gewöhnlich, aber ohne allen Schein von tetanischen Zuckungen. Lässt man dann den Frosch auf einige Zeit (8 — 12 Minuten) in völliger Ruhe liegen, so fängt er dann an viel stumpfer als gewöhnlich auf äussere Reize zu reagiren, ist er aber einmal durch eine stärkere Reizung aus der Ruhe gebracht, so zeigt er sich dann viel reizbarer, indem er auf ganz leise Reizungen mit heftigen Contractionen reagirt.

Bei kleinen Vögeln, Sperlingen und dergleichen, die unter die Haut $^{2}/_{3}$ — 1 Milligrm. Porphyroxin injicirt erhalten haben, stellt sich 1 Minute nach der Einspritzung ein allgemeines Zittern am ganzen Körper ein, das sehr lebhaft an Erfrieren erinnert. Dies allgemeine Zittern tritt in periodischen Anfällen nach je $^{1}/_{2}$ — 2 Minuten ein. 10—15 Minuten später verschwindet dieses Zittern, das Thier zeigt sich halb komatös, indem es recht stumpf auf gewöhnliche Reize reagirt. Dieser halb komatöse Zustand dauert 4—8 Stunden, worauf dann das Thier allmählich zum normalen Zustande zurckkehrte. Eine doppelt grössere Dosis Porphyroxin subcutan injicirt, ruft bei denselben Vögeln Anfangs dasselbe periodische an das Frösteln erinnernde Zittern hervor, welches in 3 — 5 Minuten nach der Vergiftung in tetanische Krämpfe übergeht, die 1 — 3 Minuten dauern und wobei das Thier zu Grunde geht, mit schnell darauf sich entwickelnder Todtenstarre.

Bei Tauben beobachteten wir dieselben Vergiftungs-Erscheinungen in ganz derselben periodischen Aufeinanderfolge, wie wir sie eben bei kleinen Vögeln gesehen haben, blos mit dem Unterschiede, dass bei Tauben zur Hervorrufung derselben Erscheinungen in derselben Intensität eine bedeutend grössere Dosis Porphyroxin erforderlich ist, was aller Wahrscheinlichkeit nach wohl nur durch das relativ grössere Körpergewicht bedingt ist. Vielleicht aber mögen auch die Tauben weniger empfindlich für dies Gift als die kleineren Vögel sein. Erst nach Einspritzung von 20 Milligrm. Porphyroxin und dann 10—15 Minuten nach der Einspritzung treten die eigentlichen tetanischen Anfälle ein, die manchmal bis 15 Minuten andauern, natürlich mit kleineren oder grösseren Pausen, worauf dann das Thier sich vollständig beruhigt, einige Zeit auch halb komatös sich zeigt, und dann vollständig sich erholt. Nach etwas noch grösserer Dosis Porphyroxin sterben die Tauben in heftigen tetanischen Anfällen, die sich sehr bald nach geschehener Vergiftung einstellten. Todtenstarre entwickelte sich sehr bald am ganzen Körper.

An Säugethieren versuchte ich die Wirkungen des Porphyroxins an Meerschweinchen und Kaninchen. Junge Thiere

zeigen sich viel empfänglicher, als ältere. Bei Meerschweinchen genügen 10 — 20 Milligrm. Porphyroxin subcutan injicirt, um nach 10 — 15 Minuten heftige tetanische Krämpfe hervorzurufen, die manchmal bis 15 Minuten andauerten, worauf dann das Thier oft sich beruhigt und vollständig erholt. Nach etwas grösserer Dosis treten die Krämpfe viel rascher ein, und das Thier stirbt dann in tetanischen Convulsionen. Bei Kaninchen braucht man, um entsprechende Erscheinungen hervorzurufen, eine um $^1/_4$—$^1/_3$ grössere Dosis als für Meerschweinchen.

3. Narkotin $C_{23} + H_{25} + NO_7$, in farblosen glänzenden in Büscheln zusammenhängenden Nadeln krystallisirt. In concentrirter Schwefelsäure löste es sich mit gelber Farbe, die auf einigen Zusatz von Salpetersäure in Roth überging. In Kalilauge löst es sich mit brauner Farbe und auf Zusatz von Säure scheidet es sich wieder aus. Unter Einwirkung von Chlor verwandelte sich das Narkotin bei Freiwerden von Chlorwasserstoff in eine braun-röthliche amorphe Masse, die sich im Wasser mit grünlicher Farbe auflöste.

Dem allgemeinen Charakter nach wirkt das Narkotin analog dem Thebain und Porphyroxin, nur viel schwächer, als wie letztere. Indem die beim Thebain und Porphyroxin vorzüglich hervortretende Convulsionen hervorrufende Wirkung beim Narkotin bei Weitem schwächer sich zeigt, tritt hier dem entsprechend viel deutlicher die narkotische (sedative) Wirkung hervor. Bei Fröschen kommen die Wirkungen des Narkotins zum Vorschein erst nach Einspritzung von 20 — 40 Milligrm. Unmittelbar nach der Einspritzung zeigt sich das Thier ungewöhnlich reizbar und unruhig, indem es fortwährend heftig herumspringt. Diese unruhige Aufregung dauert 1 — $1^1/_2$ Minuten, worauf dann der Frosch sich beruhigt und eine deutliche Abstumpfung der gewöhnlichen Reizbarkeit während 1—3 Stunden zeigt. Mit Vorsicht kann man das Thier herumbewegen und in alle möglichen unnatürlichen Lagen versetzen (auf den Rücken, Seite u. s. w.), und das Thier behält dieselben einige Minuten lang, ohne in seine natürliche Lage von selbst zurückzukehren. Es genügt aber eine sehr leise plötzliche Berührung um den Frosch aus der Ruhe zu stören,

wobei er dann seine gewöhnliche Lage aufsucht. Nach Ablauf dieses halb komatösen Zustandes kehrt das Thier bald in seinen normalen Zustend wieder zurück. Eine grössere Dosis ($1^1/_2$-2 Mal der vorigen) bringt nach der ersten Minute der erhöhten Reizbarkeit den eben beschriebenen halbkomatösen Zustand hervor, aber von sehr kurzer Dauer. Nach Verlauf von 10—15 Minuten rufen leise Berührungen des Frosches heftige tetanische Zuckungen hervor und 10 Minuten später geht dieser Reflextetanus in einen spontanen über, die Krämpfe treten periodisch in kleinen oder grösseren Pausen ohne allen wahrnehmbaren Reiz auf. Dieser Zustand dauert 1 — 2 Stunden, worauf dann das Thier sich allmählich erholt. In noch grösserer Dosis subcutan injicirt, ruft das Narkotin die tetanischen Convulsionen viel rascher hervor, indem die Frösche zu Grunde gehen, mit rasch sich einstellender Todtenstarre.

Kaninchen und Meerschweinchen erhielten bis 1 Decigrm. und noch mehr Narkotin subcutan injicirt, ohne alle Vergiftungs-Erscheinungen. Die Thiere bewegten sich frei, reagirten fast normal auf gewöhnliche Reize, nur die Meerschweinchen schrieen heftig bei starkem Kneipen, ohne einen Versuch zu machen, davon zu laufen, wie sie es gewöhnlich zu thun pflegen. Uebrigens bewegten sie sich frei vorwärts, sobald sie nur einmal in Gang gebracht wurden.

4. Codein $C_{18}H_{21}NO_3 + H_2O$, von alkalischer Reaction, in Verbindung mit Säuren bildet es krystallisirbare Salze. Aus den Lösungen dieser Salze scheidet sich das Codein unter Einwirkung von Kali sogleich, unter Einwirkung von Ammoniak etwas später aus.

Bei Fröschen zeigt sich die Wirkung des Codeins erst nach Einspritzung von 3 Centigrm. desselben. Unmittelbar nach der Einspritzung zeigt sich das Thier etwas unruhig, übrigens viel weniger als nach den früher beschriebenen Alkaloiden. 1 Minute später wird das Thier ruhig, reagirt noch einmal auf gewöhnliche Reizung und erst nach 8—12 Minuten darauf zeigt es sich viel stumpfer. Mit Vorsicht auf den Rücken oder auf die Seite gelegt, verbleibt es ziemlich lange in dieser ungewöhnlichen Lage, und nachdem es so einige Zeit bis zur

völligen Beruhigung gelegen hat, tritt es dann viel schwerer als früher aus diesem Zustande heraus, indem zu dessen Erwachung eine viel energischere Reizung erforderlich ist. Einmal aber aus der Ruhe erwacht, reagirt es wieder auf gewöhnliche Reizung durch sehr energische Contractionen. Der ziemlich ausgesprochene komatöse Zustand dauert 3 — 5 Stunden, worauf dann der Frosch langsam in den normalen Zustand zurückkehrt, wobei er übrigens noch lange durch ungewöhnlich energische Contractionen auf äussere Reizung reagirt. Eine grössere Dosis Codein ($1\frac{1}{2}$ — 2 Mal der angegebenen) ruft dieselben Erscheinungen hervor, blos tritt der komatöse Zustand etwas schneller ein und dann äussern sich die Reactionon auf stärkere Reizung durch vielfältige krampfhafte Zuckungen.

Kaninchen und Meerschweinchen erhielten 1 Decigrm. und noch mehr Codein subcutan injicirt, ohne irgend welche bemerkbare Vergiftungs-Erscheinungen zu zeigen, ausser einer leichten Herabsetzung der Reizbarkeit bei den Meerschweinchen. Kaninchen zeigten gar keine Veränderung ihres normalen Zustandes. Hiernach unterscheidet sich das Codein in dem allgemeinen Wirkungscharakter von den früher beschriebenen Alkaloiden dadurch, dass die convulsionserregende Wirkung bei demselben viel schwächer zum Vorschein kommt, als selbst beim Narkotin, während aber die schlafmachende, beruhigende Wirkung viel deutlicher hervortritt.

5. Narcein $C_{23}H_{29}NO_9$ krystallisirt in weissen, feinen, seidenglänzenden, in Büscheln zusammengeschlagenen Nadeln. Concentrirte Schwefelsäure löste es in der Kälte mit rother in der Wärme mit grüner Farbe auf. In Wasser ist das Narcein ganz unlöslich, auch nicht auf Zusatz aller möglichen Säuren. Es löst sich im Wasser nur bei stärkerem Aufwärmen nahe bis zur Siedehitze, wird aber bald bei der geringsten Abkühlung wieder auskrystallisirt. Es löst sich nur auf Zusatz einiger Tropfen Kalilauge, wobei es dann auch lange gelöst bleibt. Zu meinen Versuchen benutzte ich bald reines Narcein, bald das salzsaure Salz desselben, beide in Wasser mit Zusatz von Aetzkali gelöst.

Die Wirkung des Narceins bei Fröschen trifft erst nach

Einspritzung von 3—4 Centigrm. desselben ein. Die zuerst eintretende Aufregung kommt hier sehr schwach zum Ausdruck. Der komatöse Zustand kommt erst nach 8 — 15 Minuten nach der Einspritzung zum Vorschein. Athmung und Herzthätigkeit bieten keine bemerkbaren Abweichungen vom Normalen, der Frosch ist dem Aussehen nach kaum von einem gesunden zu unterscheiden. Indess kann man den Frosch in alle möglichen ungewöhnlichen Lagen bringen (auf den Rücken, auf die Seite u. s. w.) natürlich mit einiger Vorsicht, ohne dass das Thier es versucht, aus diesen Lagen zu kommen. Nachdem das Thier einige Zeit so unnatürlich gelegen hat, reagirt es noch immer auf ziemlich schwache Reize, doch ist die Reizbarkeit im Allgemeinen etwas herabgesetzt: erwacht aber einmal das Thier durch irgend einen stärkern Reiz, so kehrt dann die normale Reizbarkeit wieder, bis das Thier wieder einige Zeit in Ruhe bleibt, wo dann wieder die Reizbarkeit vermehrt erscheint. Dieser halb komatöse Zustand dauert je nach der Individualität des Thieres und der Dosis des Giftes 3 — 6 Stunden, worauf dann am Frosche nichts Abnormes zu sehen ist. Das leichte Erwachen und das vollständig gesunde Aussehen des Thieres während des Schlafes und dann das völlige Wiedereintreten des gesunden Zustandes nach dem Schlafe sind die eigenthümlichen charakteristischen Eigenschaften der Narcein-Wirkung. Kaninchen und Meerschweinchen, die bis 15 Centigrm. Narcein und noch mehr subcutan eingespritzt bekamen, liessen keine Spuren irgend einer Wirkung dieses Mittels beobachten.

6. Morphium, $\Theta_{17} H_{19} N\Theta_3 + H_2 \Theta$, in farblosen rhombischen Prismen krystallisirt. Aus Chlorgold und salpetersaurem Silber scheidet es die Metalle aus. Aus der Lösung von Jodsäure scheidet es das Jod aus, durch welches dann die Flüssigkeit rothgefärbt wird und auf Zusatz von Stärke wieder in Blau übergeht. Concentrirte Salpetersäure färbte das Morphium Anfangs orange, welche Farbe später in die gelbe überging; bei nachfolgendem Destilliren mit Kali entwickelte sich ein flüchtiges Alkali. Das Morphium löst sich im Wasser nur beim Erwärmen und wird bei der ersten Erkaltung wieder

auskrystallisirt; besser löst es sich auf Zusatz einiger Tropfen Säure. Von den Salzen des Morphiums erhält sich am wenigstens in Lösung das essigsaure Morphium, am längsten wird dessen schwefelsaures und saures Salz gelöst erhalten.

Mit Morphium experimentirte ich an Fröschen, Vögeln, Kaninchen, Meerschweinchen und Hunden. Für Frösche genügten 15 — 25 Milligrm. Morphium unter die Haut injicirt, um eine deutliche Wirkung hervorzurufen. Gleich nach der Einspritzung tritt zuerst eine merkliche Aufregung ein, der Frosch springt heftig herum ohne alle äussere Veranlassung. 1 Minute später erscheint das Thier beruhigt, wobei es normal auf gewöhnliche Reize reagirt. Eine Herabsetzung der Reizbarkeit tritt erst nach 6—10 Minuten ein und erst nach 12—18 Minuten kommt der eigentliche komatöse Zustand zum Vorschein, welcher Zustand je nach Individualität und Grösse der Dosis 4 — 10 Stunden dauerte. Dann fängt das Thier an allmählich zu sich zu kommen, reagirt aber auch auf äussere Reize durch mehr energische Contractionen als gewöhnlich. Bei noch grösserer Dosis ruft diese Reizung des Thieres 10—15 Minuten nach der Vergiftung mehrere krampfhafte Zuckungen hervor.

Die Versuche an Säugethieren bestätigten nur die bekannten Beobachtungen von Claude Bernard u. A.

7. Papaverin $C_{20}H_{21}NO_4$ in weissen spitzigen Krystallen, im Wasser kaum löslich, in Spiritus und Aether löst es sich einigermassen in gewöhnlicher Temperatur, aber viel mehr beim Aufkochen. Seine Reaction ist eine schwach alkalische. Concentrirte Schwefelsäure färbt es dunkelblau; wird das Papaverin mit Zusatz verdünnter Schwefelsäure und Mangan gekocht, so scheiden sich braune Flocken aus, welche unter dem Mikroskop krystallinisch erscheinen, in Wasser sich wieder auflösen und dann aus der Lösung auf Zusatz von Schwefelsäure niedergefällt werden Bromwasser verwandelte das Papaverin in Brom-Papaverin In Wasser löst sich das Papaverin nur auf Zusatz einiger Tropfen Salzsäure. Zu meinen Versuchen benutzte ich Anfangs reines Papaverin, später aber das salzsaure Salz, welches in 3proc. Lösung einige Tage lang gelöst bleibt. Eine mehr concentrirte Lösung hält sich nicht lange, am wenigsten

bei Kälte, wo es bald Papaverin-Krystalle ausscheidet. Es genügt aber auch dann, es über eine Spirituslampe oder überhaupt an irgend einem warmen Orte, beispielsweise am Ofen, zu halten, um die ausgeschiedenen Krystalle wieder auflösen zu lassen.

Die Wirkung des Papaverins bietet uns ein ganz anderes Bild, genauer gesagt, vollständig entgegengesetzten Charakters, als das wir beim Thebain gesehen haben. Die Wirkung des Papaverins ist eine vorzüglich schlafmachende, beruhigende. Nach Einspritzung 1—2 Milligrm. reinen Papaverins oder dessen salzsauren Salzes in wässriger Lösung, erscheint der Frosch nach 1 Minute schläfrig, stumpf, indem er sehr schwach auf gewöhnliche Reize reagirt. Die Abstumpfung der Reizbarkeit nimmt immer mehr und mehr zu, bis das Thier 5 Minuten nach gemachter Einspritzung so weit stumpf bleibt, dass man ihm alle möglichen unnatürlichen Lagen geben kann, sogar von einer Lage mit einiger Vorsicht in die andere versetzen, ohne dass der Frosch den mindesten Versuch äussert, in seine natürliche Lage zurückzukehren. Der Frosch bietet das Bild einer vollständigen Katalepsie. Ausser dieser bedeutenden Herabsetzung der Reizbarkeit, beobachtet man beim Frosche neben einer mehr oder weniger ausgesprochenen Athmungsverlangsamung eine bedeutende Verzögerung der Herzschläge, wovon später ausführlicher die Rede sein wird. Nach einer mittelgrossen Dosis erholt sich der Frosch am 2. Tage nach der Einspritzung von dem beschriebenen kataleptischen Zustande, wobei er übrigens noch einige Tage lang eine ziemlich ausgesprochene Herabsetzung der Reizbarkeit behält. Krämpfe, Convulsionen habe ich nie bei Papaverin-Vergiftung beobachtet, weder spontane, noch liessen sie sich durch stärkere Reizung hervorrufen. Jede auf eine Reizung erfolgte Reaction hatte die Form einmaliger Contractionen.

Bei diesem auffälligen Gegensatze der Thebain-Wirkung und der des Papaverins, war es natürlich nahe zu vermuthen, dass diese beiden Stoffe bei ihrer gleichzeitigen Einwirkung auf den thierischen Organismus sich gegenseitig in der Wirkung paralisiren müssen, oder was auf dasselbe hinauskommt,

dass die beiden Stoffe gegenseitig als Antidota dienen könnten. Diese Voraussetzung liess sich sehr leicht verificiren, indem ich zuerst einem Frosche eine bestimmte hinreichende Dosis Thebain, und darauf eine entsprechende Dosis Papaverin injicirte. Die in diesem Sinne ausgeführten Versuche bestätigten vollständig die besagte Voraussetzung. Je nach dem Zeitraum zwischen den Einspritzungen des Thebains und Papaverins, ebenso je nach der Dosis des einen wie des anderen Stoffes, bleiben die Erscheinungen des Reflextetanus wie des spontanen entweder ganz aus, oder sie treten in ganz geringem Grade auf, um bald zu verschwinden. Je schneller nach dem Thebain die Einspritzung des Papaverins gemacht wird, um so sicherer und vollständiger gelingt es, die Anfälle der Thebain-Vergiftung zu beseitigen. Wird das Papaverin gleich nach dem Thebain eingespritzt in entsprechender Dosis, so bleiben die Erscheinungen der Thebain-Vergiftung ganz aus. Wartet man bis zur vollständigen Entwickelung der Tetanus-Erscheinungen nach Thebain-Vergiftung, so gelingt es dann noch durch Einspritzung einer entsprechenden Dosis Papaverin in einigen Minuten die Tetanus-Erscheinungen vollständig zu beseitigen.

Nach diesen Resultaten sah ich mich veranlasst, dieselben Versuche über die antitetanische Wirkung des Papaverins an Fröschen zu wiederholen, die mit Strychnin vergiftet waren. Nach der Aehnlichkeit der Wirkung des Thebain und Strychnin war schon à priori zu erwarten, dass das Papaverin ebenso als Antidotum gegen Strychnin, wie gegen Thebain wirken werde. Die in dieser Beziehung gemachten Versuche bestätigten vollständig unsere Voraussetzung. Der nach einer Strychnin-Vergiftung eingetretene starke Tetanus lässt bald nach in Folge einer Einspritzung von Papaverin, worauf er dann nach kurzer Zeit ganz ausbleibt. Macht man die Papaverin-Einspritzung gleich nach dem Strychnin, ehe noch die Vergiftungs-Erscheinungen des letzteren zur Entwickelung kommen konnten, so bleiben die tetanischen Erscheinungen je nach der Dosis des Papaverin entweder ganz aus, oder sie treten in ganz geringem Grade auf, um bald völlig zu verschwinden.

Ich wiederholte dieselben Versuche auch an Fröschen, die

mit Porphyroxin vergiftet waren, welches, wie wir oben gesehen haben, gleich dem Strychnin und Thebain tetanische Erscheinungen hervorbringt, wobei nur die Wirkung etwas schwächer ist. Die tetanischen Erscheinungen nach Porphyroxin verschwinden ebenfalls nach Einspritzung von Papaverin. Macht man die Papaverin-Einspritzung sogleich nach der des Porphyroxins, so sieht man gar keine tetanischen Erscheinungen zum Vorschein kommen.

Es wurde schon erwähnt, dass neben der Herabsetzung der Reizbarkeit die Wirkung des Papaverins bei Fröschen von einer bedeutenden Verlangsamung der Herzschläge begleitet wird. Eröffnet man die Brusthöhle bei Fröschen kurz nach geschehener Papaverin-Vergiftung, so beobachtet man immer nicht nur eine consequent bleibende verlangsamende Wirkung dieses Giftes auf's Herz, sondern auch ein stetes gerades Verhältniss im Grade dieser Wirkung mit der Grösse der Dosis. Eine grössere Dosis Papaverin setzt schnell die Herz-Contractionen bis auf 5 in der Min. herab, wo es dann sehr bald ganz unbeweglich stehen bleibt.

Indem wir uns nun an die weitere Verfolgung des physiologischen Grundes dieser Wirkung machten, boten sich uns folgende Möglichkeiten: 1. kann das Aufhören der Herzthätigkeit nach Papaverin-Einwirkung durch eine Paralyse des motorischen Nervenapparates des Herzens bedingt sein, oder durch eine erhöhte Thätigkeit des hemmenden Nervenapparates des Herzens bei normal bleibender Thätigkeit des motorischen Apparates. Da nun jeder dieser beiden im entgegengesetzten Sinne wirkenden Apparate, aus einem Hirn-Centrum, vom Gehirntheile zum Herzen gehenden leitenden Nervenfäden, und dann aus Nerven-Elementen im Herzgewebe selbst, zusammengesetzt ist, so ist doch klar, dass in jedem der eben besagten Fälle die Affection irgend eines einzigen Theiles dieses oder jenes der beiden Apparate genügt, um vollständig die Functionen des betreffenden Apparates zu modificiren, und folglich auch die durch ihn bedingte Herzthätigkeit, welche dann dadurch auch vollständig aufgehoben werden kann. Vor Allem fand ich es am zweckmässigsten, die Frage zu entscheiden, ob das Aufhören der Herzthätigkeit durch eine

Affection (resp. Erregung oder Paralyse) eines centralen Theiles dieses oder jenes Apparates bedingt wird, oder durch eine Affection der vom Hirntheile zum Herzen gehenden Nervenleiter oder endlich der Nervenelemente im Herzgewebe selbst. Bei Entscheidung dieser Frage stellten sich die wenigsten Hindernisse entgegen. Frisch ausgeschnittene Herzen zweier gesunder Frösche legte ich auf Uhrgläser mit einprocentiger Lösung von Kochsalz gefüllt, worin das Froschherz am längsten seine rhythmische Thätigkeit behält. Nachdem ich gleiche Quantitäten von Kochsalzlösung (8 — 10 Cubikcentimeter) in beide Uhrgläser gegossen hatte, setzte ich darauf in einem derselben einige Tropfen einer zweiprocentigen Papaverinlösung zu. Es stellte sich heraus, dass 4—6 Tropfen dieser Papaverinlösung auf die genannte Menge von Kochsalzlösung genügen, um nach 3—4 Minuten eine deutliche Verlangsamung der Herzthätigkeit zu bewirken, worauf dann 2—3 Minuten später das Herz unbeweglich in der Diastole stehen bleibt, während das parallele unvergiftete Herz in reiner Kochsalzlösung noch stundenlang regelmässig schlägt. Um mich noch handgreiflicher von der Wirkung des Papaverins in diesem Falle zu überzeugen, nahm ich das Herz bald nach seinem ersten Stillstehenbleiben aus der mit Papaverin versetzten Lösung heraus und legte es wieder in eine reine Kochsalzlösung. Nachdem das Herz so 1—3 Minuten lang gelegen hatte, fing es an wieder zu schlagen, zuerst langsam, dann aber immer häufiger. Einmal gelang es mir, eine derartige Wiederbelebung des Herzens nach zweimaliger Umlegung desselben aus der mit Papaverin versetzten Lösung in eine reine Kochsalzlösung und umgekehrt, zu beobachten. Wir sehen also die herzlähmende Wirkung des Papaverins am isolirten Herzen sich äussern, bei vollständiger Ausschliessung aller Betheiligung der die Herzthätigkeit regierenden Hirntheile. Die Herzlähmung kommt nun in diesem Falle nur durch die Affection der Nervenelemente im Herzgewebe zu Stande. Wir sind aber nach dem Allen durchaus nicht zu dem Schlusse berechtigt, dass das Papaverin absolut ohne allen Einfluss auf die Hirntheile und die von denselben zum Herzen gehenden Nervenfäden bleibt. Bei der unzweifel-

haft vorzugsweisen Wirkung des Papaverins auf die Nervenelemente im Herzen selbst wäre es noch möglich, an eine nebenher stattfindende gleichzeitige Wirkung (am unversehrten Frosche) dieses Stoffes auf die Nervencentra im Gehirn und auf die leitenden Nervenfäden zu denken. Diese Voraussetzung verliert aber alle Wahrscheinlichkeit, wenn wir nur die Intensität, in welcher die Wirkung des Papaverins auf das ausgeschnittene Herz sich äussert (kaum ein Tropfen einer zweiprocentigen Lösung Papaverin auf 1 Cubikcentimeter Kochsalzlösung) berücksichtigen. Wäre nun die lähmende Wirkung des Papaverins auf's Herz am unversehrten Frosche ausser der Affection der Nervenelemente im Herzen selbst, auch noch durch eine Einwirkung des Papaverins auf die Hirncentra und die leitenden Nervenfäden zum Herzen bedingt, so müsste doch begreiflicher Weise am ausgeschnittenen Herzen, wo die letzten Factoren der Wirkung fehlen, die Wirkung selbst viel schwächer ausfallen, als wie es wirklich der Fall ist.

Es bliebe uns nun übrig, die Frage zu entscheiden, auf welchem Wege die hemmende, resp. lähmende Wirkung des Papaverins auf's Herz zu Stande kommt, ob durch Paralyse der motorischen Elemente des Herzens oder durch stärkere Erregung der hemmenden Apparate. Zur Entscheidung dieser Frage mussten wir nach einem Mittel suchen, wodurch es möglich wäre, vorher die Betheiligung einer dieser Mechanismen auszuschliessen, um dann die Wirkung des Papaverins auf die Herzthätigkeit durch den noch in Function gebliebenen anderen zu studiren. Ein solches Mittel bot uns das Nicotin, welches nach den Untersuchungen von Traube[1]) und Rosenthal[2]) die Wirkungen des Nervus vagus lähmt. Zum Versuche nahm ich zwei möglichst gleich grosse Frösche, und nachdem ich ihnen die Brusthöhle eröffnete, spritzte ich einem derselben durch die Mundhöhle mittelst einer Pravatz-Spritze 3 — 4 Tropfen einer schwachen Lösung Nicotin (1 Tropfen auf 10 Cubikcentimeter Wasser) in den Magen. Dann spritzte ich unter die Haut

1) Centralblatt für die medic. Wissensch. 1863. S. 111. 159.
2) Ebendaselbst S. 737.

die gewöhnliche Dosis Papaverin dem mit Nicotin vergifteten, wie auch dem unvergifteten Frosche ein. Die Herzen beider mit Papaverin vergifteten Frösche boten ganz denselben Zustand dar. Schon nach vier Minuten wurden die rhythmischen Bewegungen merklich langsamer und indem sie so fortwährend an Frequenz abnahmen, blieben sie in 10 Minuten nach der Einspritzung völlig aus, das Herz stand unbeweglich in der Diastole. Die Wirkung des Papaverins auf das Froschherz bleibt also dieselbe bei Ausschliessung aller Betheiligung des Vagus, wie bei ungestörter Function desselben, es fehlt uns daher aller Grund, die Wirkung des Papaverins auf Rechnung einer erhöhten Erregung des Vagus zu schreiben.

Von den Säugethieren untersuchte ich die Wirkungen des Papaverins an Kaninchen, Meerschweinchen, Hunden und Katzen. Kaninchen und Meerschweinchen, die unter die Haut 2 — 5 Centigramm Papaverin eingespritzt bekamen, blieben völlig narkotisirt mehrere Stunden lang. Auf gewöhnliche mechanische Reize, wie Stechen, Kneifen u. dgl. reagirten sie je nach der Dosis kaum oder gar nicht. Athmung und Herzthätigkeit boten keine besonders auffallenden Abweichungen von der Norm. Die herzlähmende Wirkung des Papaverins äussert sich nur bei Fröschen, an Säugethieren konnte ich in den vielen angestellten Versuchen mit Papaverin keine derartige Wirkung bemerken. Die in der Folge mitzutheilenden klinischen Beobachtungen über die therapeutische Anwendung des Papaverins als Narkoticum zeigten ebenfalls, dass dies Alkaloid auch bei Menschen keinen bemerkbaren Einfluss auf die Herzthätigkeit ausübt. Nachdem das je nach der Dosis von längerer oder kürzerer Dauer ausfallende Stadium der Narkose vorüber ist, erwachen Kaninchen und Meerschweinchen vollständig gesund, ohne die mindesten üblen Folgen zu zeigen. Für Hunde braucht man je nach der Grösse des Thieres zur vollständigen Narkose 4 — 10 Centigramm Papaverin subcutan eingespritzt. Die bei ihnen eintretende Narkose ist so vollständig, dass man während derselben sehr bequem die schwersten Verletzungen zum Behufe physiologischer Versuche ausführen kann, zu welchem Zwecke Professor Rosenthal einige Mal die Papaverin - Injectionen

mit Erfolg vor Vivisectionen benutzte. Das Papaverin lässt sich aber kaum als Narkoticum dem Morphium ähnlich zu physiologischen Vivisectionen empfehlen, da dasselbe relativ im Vergleich mit Morphium viel zu theuer ist.

Die an Katzen mit Papaverin-Injectionen angestellten Versuche ergaben, dass bei diesen Thieren mit Papaverin keine narkotische Wirkung zu erreichen ist. Indem wir bei unsern Versuchen mit kleinen Dosen angefangen und bis zu verhältnissmässig sehr grossen gestiegen sind (3—4 Mal soviel, wie bei Kaninchen und Meerschweinchen), fanden wir, dass bei Katzen das Papaverin entweder (bei mässiger Dosis) ohne alle Wirkung bleibt, oder aber bei grösserer Dosis die Wirkung sich in einem starken Erbrechen mit darauf folgender allgemeiner Schwäche des Thieres äussert, ohne irgend Spuren einer Narkose zu zeigen. Nach dem heftigsten Erbrechen erholt sich das Thier allmählich und bietet dann ein vollständig normales Aussehen.

Nachdem ich nun den allgemeinen Charakter der Wirkung oben beschriebener Opium-Alkaloide bestimmt habe, war es meine Aufgabe, einige besonders wichtige Momente dieser Wirkung genauer zu erforschen. In praktischer Beziehung ist für uns an den Opium-Alkaloiden hauptsächlich die narkotische, anaesthesirende Wirkung derselben von Wichtigkeit, und ich fand es daher zweckmässig, die Untersuchung dieser anaesthesirenden Wirkung an Papaverin vorzunehmen, als einem in dieser Beziehung nach unseren mitgetheilten Versuchen vorzugsweise wirkenden Mittel. Wir hatten dabei zu ermitteln, durch welche Veränderungen im Organismus die dabei zu Stande kommende Herabsetzung der Reizbarkeit bedingt wird. Da bekanntermaassen am Processe einer jeden physiologischen Reaction auf einen äusseren Reiz mehrere Mechanismen oder Organe betheiligt sind, so war es vorerst zu entscheiden, ob die in unserem Falle zu Stande kommende Herabsetzung der Reizbarkeit durch die Affection eines einzelnen oder mehrerer dieser Mechanismen bedingt wird. In diesem Falle wäre die Frage, welche allein oder vorzugsweise dabei mitwirken, und im letzteren Falle bliebe dann zu entscheiden, ob gleichzeitig oder aufeinander folgend, und dann, in welcher Reihenfolge aufeinander. Werden dabei die

peripherischen Organe zur ersten Aufnahme eines äusseren Reizes, die peripherischen Endigungen der Empfindungsnerven afficirt, oder leiden dabei die Fasern der Empfindungsnerven in ihrer weiteren Verbreitung als Leiter des aufgenommenen Reizes zum Rückenmark; werden dabei die sensitiven Ganglien selbst im Hirne ergriffen, oder die von denselben angeregten motorischen Ganglien, oder aber die aus den letzteren abgehenden Fasern der motorischen Nerven, oder endlich die Substanz der Muskeln selbst als Organe der letzten Aeusserung einer Reaction. Es ist klar, dass die Affection eines einzigen dieser zur Vermittlung einer physiologischen Reaction dienenden Mechanismen genügt, um diese Reaction selbst unmöglich zu machen.

Am leichtesten war es, die Frage in Bezug der motorischen Nerven und Muskeln zu entscheiden. Zu diesem Zwecke hatten wir nur vor der Vergiftung des Frosches die Blutcirculation an einer Extremität zu unterbrechen, und indem wir auf diese Weise den Eintritt des Giftes in die Gewebe dieser Extremität unmöglich machten, konnten wir dann nach bekannter Methode die Functionen beider Extremitäten in Bezug auf ihre Reizbarkeit vergleichen. Diese Unterbrechung der Blutcirculation bewerkstelligten wir bald durch Anlegen einer Ligatur an der Arteria iliaca an der Stelle ihres Austretens aus der Aorta, bald auch durch Ligatur-Anlage en Masse über die volle Extremität. In den beiden genannten Fällen untersuchten wir nach gemachter Ligatur die Schwimmhaut der unterbundenen Extremität unter dem Mikroskope, und überzeugten uns vom Aufhören der Blutcirculation in der gegebenen Extremität. Nachdem wir darauf den Frosch mittelst subcutaner Injection von Papaverin vergiftet haben, und dann einige Minuten bis zur völligen deutlichen Abstumpfung des Thieres gewartet haben, präparirten wir dann die Nn. ischiadici an beiden Extremitäten, und indem wir dieselben abwechselnd mittelst eines Inductionsapparates reizten, konnten wir so die Wirkung dieser Reizung an der vergifteten und unvergifteten Extremität desselben Thieres vergleichen. Die Meinung Betzold's[1]), dass in

1) Untersuchungen aus dem physiol. Laboratorium zu Würzburg, 1. Heft. 1867. S. 12

solchen Fällen die Vergleichung an 2 Fröschen, vergiftetem und unvergiftetem vorzuziehen sei, aus dem Grunde, weil die Unterbrechung der Blutcirculation zu sehr die physiologische Function der Gewebe alterirt, scheint uns völlig unbegründet. Der Frosch bietet uns eben deshalb ein kostbares Object für dergleichen physiologische Untersuchungen, weil dessen Gewebe sehr lange in ihren Functionen ganz unverändert nach Unterbrechung aller Blutcirculation bleiben. Die Unterschiede aber in dem Grade der Reizbarkeit der Frösche, so sehr sie auch dem Aussehen nach gleich ausgesucht sein mögen, sind manchmal zu gross, als dass die unter Einwirkung des Giftes auf diese Weise erhaltenen Resultate einen sichern Ausgangspunkt für dergleichen Untersuchungen uns bieten könnten.

Zur Erreichung einer möglichst genauen Vergleichung wurden die abpräparirten Nerven auf Platindrähte gelegt, die unbeweglich in bestimmter Entfernung von einander an Hornplättchen befestigt waren, wo sie mit den Drähten eines Inductions-Apparates mittelst Schraube verbunden werden konnten. Der Frosch an einem kleinen Brette befestigt, mit den an den Seiten beider Extremitäten angebrachten beschriebenen Vorrichtungen, wurde so auf einen kleinen Tisch gelegt, dass die Nerven beider Extremitäten bequem an beiden Elektroden-Paaren aufgelegt und ruhen konnten. Um der schnellen Austrocknung der Nerven vorzubeugen, konnte der kleine Tisch mit dem darauf ruhenden Frosche und den kleinen Reizungsvorrichtungen mit einer Glasglocke bedeckt werden, die mit ihren Rändern ganz genau in die am Tische ausgeschnittene Rinne hinein passte. Der Inductionsstrom eines du Bois-Reymond'schen Schlittenapparats konnte abwechselnd augenblicklich bald nach der einen, bald nach der andern Seite der Elektroden-Paare geleitet werden, zur einen oder zur anderen der zu vergleichenden Extremitäten. Dieses Wechseln der Leitung des Stromes nach der einen oder andern Seite wurde durch eine besondere Vorrichtung bewerkstelligt, die uns die Wippe ersetzte, und wodurch wir bei bestimmter Bewegung eines Handgriffes an dieser Vorrichtung, nicht nur die Richtung des Stromes bald nach der einen, bald nach der anderen Seite

leiten, sondern auch bequem momentan den Strom ganz schliessen konnten.

Beispielsweise wollen wir hier nur die Resultate einiger, aus einer grossen Reihe von Versuchen in dieser Richtung anführen.

I. Versuch.

Nach Unterbindung der Art. iliaca des linken Beines bekommt der Frosch in subcutaner Injection 5 Milligrm. Papaverin. Nach 5 Minuten vollständige Narkose des Frosches. Auf gewöhnliche Reize reagirt er nicht mehr. Es werden dann beide Nn. ischiadici abpräparirt, nahe an der Austrittsstelle vom Rückenmark durchschnitten und mit deren Centralenden auf die einzelnen Paare der Platindrähte aufgelegt, die Reizung wird alle 2, 5—10 Minuten ausgeführt, indem der Strom bald nach einer Seite, und bald momentan nach der andern Seite der Elektroden-Paare geleitet wird. Es werden dabei jedesmal für die gesunde Extremität unter Rubrik A und vergiftete Extremität Rubrik B, die grösste Entfernung beider Rollen des Schlittenapparates von einander aufgezeichnet, wo noch die kleinste Zusammenziehung nach geschehener Reizung erfolgt.

Zeit der Reizung.	Rollen-Abstand in Millimeter.	
	A.	B.
10 Uhr 15 Min.	380.	390
10 „ 17 „	370.	370
10 „ 20 „	390.	390.
10 „ 25 „	460.	450.
10 „ 30 „	450.	440.
10 „ 35 „	440.	420.
10 „ 45 „	320.	310.
10 „ 50 „	280.	250.
10 „ 55 „	240.	230.
11 „ 5 „	210.	180.
11 „ 15 „	190.	150.
11 „ 25 „	160.	125.
11 „ 35 „	120.	95.

II. Versuch.

Es wird eine Ligatur am rechten Schenkel eines Frosches angelegt, der Frosch selbst bekommt unter die Rückenhaut

10 Milligr. Papaverin eingespritzt. Schon nach 4 Minuten reagirt der Frosch nicht mehr auf gewöhnliche mechanische Reize. Es werden dann die beiden Nn. ischiadici abpräparirt und an der höchsten Stelle nahe am Rückenmark durchschnitten, dann einzeln auf die beiden Elektroden-Paare aufgelegt und darauf über das Ganze die Glasglocke aufgesetzt.

Zeit der Reizung.	Rollen-Abstand in Millimeter.	
	A.	B.
3 Uhr 10 Min.	350.	340.
3 „ 12 „	360.	340.
3 „ 15 „	380.	360.
3 „ 20 „	450.	420.
3 „ 25 „	470.	460.
3 „ 30 „	470.	450.
3 „ 35 „	450.	440.
3 „ 40 „	440.	435.
3 „ 45 „	400.	410.
3 „ 50 „	380.	380.
3 „ 55 „	350	340.
4 „ 5 „	300.	290.
4 „ 15 „	280.	265.
4 „ 25 „	250.	230.
4 „ 35 „	230.	200.
4 „ 45 „	195.	170.
5 „ — „	140.	110.
5 „ 10 „	100.	80.

Die Resultate aller übrigen Versuche in dieser Richtung bieten, mit geringen Schwankungen, ganz denselben Charakter: die fortschreitende Herabsetzung der Reizbarkeit mit einer Anfangs eintretenden, vorübergehenden Erhöhung der Reizbarkeit, sehen wir nahezu gleichmässig sich entwickeln, am unvergifteten, wie am vergifteten Froschschenkel. Die kleinen oft vorkommenden Schwankungen lassen sich ebenso am gesunden Frosche unter dem Einflusse der oft wiederholten Reizung an beiden Schenkeln beobachten. Wir sind daher berechtigt zu schliessen, dass die Fasern der motorischen Nerven unter dem Einflusse des Papaverins gar nicht, oder wenigstens nicht auf eine merkliche Weise in ihrer Function leiden.

Zu gleicher Zeit suchten wir bei denselben Versuchen in Zwischenräumen von je 2—5 Minuten jedesmal die Reizbarkeit des Muskels selbst unter directer Einwirkung des elektrischen Stromes zu prüfen. Die Resultate aller vorgenommenen Untersuchungen in diesem Sinne fielen immer negativ aus: die directe elektrische Reizung des Muskels wurde jedesmal von Contractionen begleitet, am vergifteten, wie am unvergifteten Schenkel.

Die Verminderung der physiologischen Reaction nach Einwirkung des Papaverins erfolgt den angeführten Versuchen zufolge ohne alle merkliche Veränderung der motorischen Nerven ebenso wenig wie der Muskeln selbst. Es blieb uns daher nur übrig, den Grund der Herabsetzung der Reactionsfähigkeit in einer Affection der peripherischen Endigungen der sensiblen Nerven, oder der Fasern dieser Nerven auf ihrem Wege zum Rückenmark, oder endlich in einer Affection der Nerven-Centra im Rückenmarke selbst zu suchen. Die Entscheidung dieser Frage ist so lange mit unüberwindlichen Schwierigkeiten verbunden, als uns alle Mittel fehlen, den complicirten Process der Fortpflanzung eines Reizes von der Reizungsstelle zum Hirn, und die da erfolgende Umsetzung dieses Reizes in eine im Muskel hervorgerufene Bewegung, in alle seine einzelnen Factoren experimentell zu zerlegen. Für jetzt bleibt uns nur die Methode der Reflexzuckung übrig, parallel von vergifteten und unvergifteten Nerven hervorgerufen.

Nach Unterbrechung der Blutcirculation in einem Froschschenkel durch Anlegung einer Ligatur an die auspräparirte Art. iliaca, und nachdem der Frosch dann durch subcutane Injection von Papaverin vergiftet wurde, präparirten wir darauf nach scheinbar eingetretener allgemeiner Wirkung des Giftes, die beiden Nn. ischiadici, die in Verbindung mit dem Rückenmarke gelassen wurden, und unter die dann mittelst der oben beschriebenen kleinen Vorrichtungen an beiden Seiten ein Electroden-Paar eines Inductionsstromes geschoben wurde. Durch Umdrehung des Handgriffes einer anderen früher beschriebenen Vorrichtung, die uns die Wippe ersetzte, konnten wir augenblicklich die Reizung bald an einem, bald am anderen Nerven anbringen. Wir suchten dabei die grösste Entfernung

zwischen beiden Rollen auf, bei welcher die Reizung des Nerven von einem Minimum einer Reflexbewegung am ganzen Thiere, und folglich auch am Schenkel der anderen Seite begleitet wurde. Wir wollen hier nur die Zahlen eines Versuchs aus einer grösseren Reihe in dieser Richtung angestellter anführen. Unter A sind die Rollenabstände bei Reizung des unvergifteten Nerven mit darauf folgender Reflexbewegung des ganzen Thieres, unter B die Rollenabstände in Millimetern bei Reizung des vergifteten Nerven mit darauf folgender Reflexbewegung. Der Frosch bekommt unter die Rückenhaut 8 Milligramm Papaverin eingespritzt, die Reizung beginnt 10 Minuten nach der Einspritzung nach eingetretener völliger Narkose des Thieres. Die Reizung wird in Pausen von 5—10 Min. ausgeführt, bald von der einen und bald von der anderen Seite aus.

Zeit der Reizung.	Rollen-Abstand in Millimeter.	
	A.	B.
11 Uhr 10 Min.	300.	280.
11 „ 15 „	320.	270.
11 „ 25 „	290.	240.
11 „ 30 „	280.	200.
11 „ 35 „	280.	170.
11 „ 40 „	275.	130.
11 „ 45 „	280.	110.
11 „ 50 „	270.	70.
11 „ 55 „	250.	25.
12 „ — „	250.	0.

Der Versuch wird noch 2 Stunden mit grösseren Pausen fortgesetzt. Die Reizungen des unvergifteten Nerven werden noch immer von einer Reflexbewegung begleitet, natürlich unter allmählicher langsamer Abnahme derselben, während die Reizungen des vergifteten Nerven auch bei vollständiger Annäherung beider Rollen an einander, keine Reflexbewegung hervorrufen. Alle übrigen Versuche in diesem Sinne ergaben dieselben Resultate mit geringen Schwankungen. Auffallend ist dabei die ungewöhnlich rasche Erschöpfung des reflectorischen Apparates von der Seite des vergifteten Nerven, im Vergleich

mit der des unvergifteten. Während schnell auf einander folgende Reizungen, bis 4, 5 mal hinter einander am unvergifteten Nerven, noch immer von Reflexbewegungen begleitet waren, liess sich bei rasch wiederholter Reizung des vergifteten Nerven nach einmal erzielter Reflexbewegung keine nochmalige Reflexbewegung hervorrufen. Erst nach 3 — 5 Minuten Ruhe konnte man durch wiederholte Reizung dieselbe Reflexbewegung wieder hervorrufen. Wollte man nach einmal erfolgter Reflexbewegung von der vergifteten Seite aus bald darauf einen nochmaligen Reflex hervorrufen, so war man genöthigt, die Rollen auf 100 und noch mehr Millimeter näher gegen die vorhergegangene Reizung aneinander zu rücken.

Die Affection des reflectorischen Apparats unter dem Einflusse des Papaverins unterliegt wohl den angeführten Versuchen zufolge keinem Zweifel mehr. Bei alledem steht uns kein Recht zu, irgend welche weiteren Schlüsse aus diesen Versuchen zu machen, ausser dem einfachen Factum, dass nämlich das Papaverin einen bedeutenden lähmenden Einfluss auf die reflectorische Thätigkeit im Ganzen ausübt. Ob nun dabei alle Factoren des reflectorischen Processes zusammen afficirt werden, ob nun dann gleichzeitig oder auf einander folgend, oder ob nur gewisse einzelne Factoren dieses Processes allein oder vorzüglich afficirt werden, — darüber können wir so lange nichts Bestimmtes aussagen.

Nicht uninteressant ist in dieser Beziehung folgender Versuch, durch den wir bemüht waren, die Wirkung des Papaverins möglichst isolirt auf die peripherischen Endigungen der sensiblen Nerven zu beschränken, natürlich bei Betheiligung der unisolirbaren, den Enden anliegenden peripherischen Fasern, aber bei völliger Ausschliessung der Gifteinwirkung auf die näher dem Centrum liegenden Fasern, ebenso wie auf die Hirncentra selbst. Wir führten zu diesem Zwecke die Nadel der Pravatz'schen Spritze unter die Schenkelhaut des Frosches ein, und leiteten diese Nadel subcutan durch den ganzen Schenkel entlang bis zur Schwimmhaut, und indem wir hier mit der Spitze etwas kräftiger vordrangen, spritzten wir dann einige Tropfen Papaverinlösung aus. Die Blutcirculation in dieser

Extremität war schon vorher unterbrochen durch Anlegung einer Ligatur en Masse oder über der auspräparirten Art. iliaca. Das Gift kam auf diese Weise vor allem in Berührung mit den peripherischen Endigungen der sensiblen Nerven in der Schwimmhaut selbst und vielleicht erst später in Folge der Endosmose mit den näheren peripherischen Nervenfasern; die näher dem Centrum liegenden Nervenfasern, ebenso wie die Nervencentra im Hirn selbst, waren bei der unterbrochenen Blutcirculation im vergifteten Schenkel völlig von aller Einwirkung des Giftes ausgeschlossen. Unter diesen Bedingungen konnten wir die Reizbarkeit am vergifteten und unvergifteten Schenkel mit einander vergleichen, wo die Vergiftung nur die peripherischen Endigungen und höchstens noch die näher denselben anliegenden peripherischen Fasern betraf, bei vollständiger Erhaltung des normalen Zustandes an den Central-Organen und den leitenden sensiblen Nervenfasern. Zur Prüfung der Reizbarkeit benutzten wir schwache Lösungen von Schwefelsäure, in die abwechselnd bald der eine, bald der andere Fuss des Frosches versenkt wurde, wobei wir dann die Zahl der Schläge eines aufgestellten Metronoms zwischen dem Eintauchen des Fusses und dem erfolgten Herausziehen desselben genau notirten. Das Metronom wurde immer auf 100 Schläge in der Minute gestellt. Die Schwefelsäurelösung benutzten wir immer in der Stärke, bei welcher die Zahl der Metronomschläge zwischen dem Eintauchen des Fusses und dem Herausziehen desselben, beim gesunden Frosche 12—15 war. Die Wirkung des Giftes nach Einspritzung von nur 4 — 5 Tropfen der gewöhnlichen Lösung unter die Schwimmhaut äusserte sich schon in 2 Minuten nach gemachter Einspritzung.

Wir wollen hier nur beispielsweise einen aus den vielen in dieser Beziehung angestellten Versuchen anführen. Unter A sind die Zahlen der Metronomschläge für den unvergifteten Schenkel, unter B die Zahlen für den vergifteten Schenkel angeführt. Vor der Vergiftung werden der Controle wegen ein paar Mal die Schenkel in ihrer Reizbarkeit durchgeprüft und die Mittelzahl für jeden derselben notirt, um die nach der

Vergiftung eintretenden Veränderungen mit grösserer Sicherheit verwerthen zu können.

Zeit der Reizung.	Zahl der Metronom-Schläge	
	A.	B.
11 Uhr 10 Min.	13.	12. Es werden in die Schwimmhaut 5 Tropfen 1% Papaverinlösung injicirt.
11 „ 12 „	13.	21
11 „ 14 „	12.	32.
11 „ 16 „	13.	40.
11 „ 18 „	14.	gar kein Reflex mehr zu bekommen.

Nach den angeführten Versuchen kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die peripherischen Endigungen der sensiblen Nerven unter Einwirkung des Papaverins besonders afficirt werden. Es könnte übrigens den angeführten Versuchen der Einwand gemacht werden, dass die Anaesthesie in diesem Falle nicht durch die Einwirkung des Giftes auf die peripherischen Nerven bedingt sei, sondern durch die Einwirkung einer eingespritzten Flüssigkeit als solcher, ganz abgesehen von dem in ihr gelösten Inhalte.

Um diesem scheinbar gerechten Einwande zu begegnen, modificirten wir den eben erwähnten Versuch in der Weise, dass indem wir in den einen Schenkel die Papaverinlösung injicirten, wir gleichzeitig in genau derselben Weise in den anderen Schenkel dieselbe Menge destillirten Wassers einspritzten. Beide Extremitäten befanden sich folglich unter sonst ganz gleichen Bedingungen blos mit der Ausnahme, dass in einer derselben ausser der Flüssigkeit noch das Gift einwirkte. Die vielen in dieser Weise angestellten Versuche ergaben genau dieselben Resultate wie die früher mitgetheilten: das eingespritzte destillirte Wasser zeigte keinen merklichen Einfluss auf die Reizbarkeit der betreffenden Extremität. In solchem Falle kann die Anaesthesie an der mit Papaverin vergifteten

Extremität nur durch die Einwirkung des Giftes auf die peripherischen Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut, und vielleicht noch theilweise auf die peripherischen Nervenfasern bedingt sein. Dass in diesem Falle die Hauptrolle der Anaesthesie den afficirten peripherischen Endigungen der Nerven zugeschrieben werden muss und nicht den peripherischen Nervenfasern, davon überzeugten wir uns durch einen anderen parallelen Versuch, bei welchem nach Einstechung der Nadel unter die Haut am Schenkel, wir dieselbe nicht bis zur Schwimmhaut fortgeleitet haben, sondern die Lösung höher am Schenkel einfach unter der Haut ausströmen liessen, oder auch mit der Nadel zwischen den Muskeln durchdrangen und die Flüssigkeit möglichst in der Richtung und der Nähe des Ischiadicus ausspritzten. Allerdings erfolgte auch in solchem Falle Anaesthesie des betreffenden Schenkels, dieselbe trat aber ungleich später ein, und in viel niedrigerem Grade, als die wir bei Einspritzung in die Schwimmhaut selbst beobachtet haben. Diese viel geringere Intensität wie auch das bedeutend spätere Eintreten der Wirkung bei directer Einwirkung des Mittels auf die sensiblen Nervenfasen in ihrem Verlaufe, als bei directerer Einwirkung des Mittels auf die Nervenendigungen in der Haut selbst, wäre wohl geeignet, uns zu der Vermuthung zu berechtigen, dass die Affection der peripherischen Endigungen der sensiblen Nerven die Hauptrolle bei der allgemeinen Wirkung des narkotischen Giftes spielt, dass demzufolge das narkotische Gift bei seiner allgemeinen Einwirkung erst dann zur vollständigen Wirkung gelangt, wenn es im Wege der Endosmose und durch das Blut bis zu den peripherischen Endigungen der sensiblen Nerven vorgedrungen sein wird. So viel Wahrscheinlichkeit diese Vermuthung nach den angeführten Versuchen für sich hat, so bin ich doch weit entfernt, dieses als völlig bewiesene Thatsache auszugeben. Jedenfalls aber sind die eben angeführten Versuche sicher geeignet, für die Affection der peripherischen Endigungen der sensiblen Nerven bei der allgemeinen Einwirkung des narkotischen Giftes eine grössere Bedeutung zu vindiciren, als dies bisher allgemein angenommen wurde.

Die letzt mitgetheilten Versuche über die Affection der peripherischen Endigungen der sensiblen Nerven könnten wohl auch ein gewisses Interesse in praktischer Beziehung beanspruchen, indem sie unzweifelhaft die Möglichkeit der peripheren localen Einwirkung des narkotischen Mittels feststellen. Ich nahm auch Gelegenheit, die letzthin beschriebenen Versuche über die Betheiligung der peripherischen Endigungen der sensiblen Nerven bei narkotischer Vergiftung auch mit Morphium anzustellen, — die dabei erhaltenen Resultate waren genau dieselben, wie die eben für Papaverin mitgetheilten.

In Bezug auf die von uns constatirte Herabsetzung der Reflexthätigkeit in Folge der Papaverin- (resp. Morphium-) Einwirkung schien es uns von Interesse, die Bedeutung der Setschenow'schen Reflex-Hemmungs-Centren in diesem Falle zu verfolgen. Bei dem hohen Grade der hemmenden Wirkung dieser Centra beim Processe des Reflexes, wäre wohl leicht zu vermuthen, dass die Herabsetzung der Reflexthätigkeit, wenn nicht im Ganzen, so wenigstens zum grossen Theile — so weit überhaupt diese Herabsetzung von der Affection der centralen Elemente bedingt wird —, nicht durch Paralyse der bewegenden Mechanismen dieses Processes, sondern durch erhöhte Thätigkeit der hemmenden Mechanismen zu Stande kommt. Diese Voraussetzung könnte sich auch mit der Annahme vereinigen lassen, dass das Papaverin (resp. Morphium) gleichzeitig paralysirend auf die bewegenden Mechanismen des Reflexprocesses einwirkt und erregend auf die Hemmungs-Mechanismen desselben. Die sorgfältigsten Untersuchungen konnten nun bis jetzt keinen morphologischen Unterschied im Baue der hemmenden Nervenelemente von denen der anderen entdecken. Wenn die Verschiedenheit der Function (im entgegengesetzten Sinne) durch bestimmte Unterschiede in der inneren Beschaffenheit dieser Elemente unzweifelhaft bedingt sein muss, so werden diese Unterschiede jedenfalls sehr feiner Natur sein müssen, und es wäre nicht unmöglich, dass eben diese Unterschiede, die den vollständigen Gegensatz der Function bedingen, auch den Grund abgeben, dass ein und derselbe Stoff uch im ganz entgegengesetzten Sinne auf die bewegenden und

die hemmenden Mechanismen desselben Systems einwirkt, indem er die einen paralysirt, die andern dagegen erregt.

Zur Entscheidung dieser Frage stellten wir folgende Versuche an:

1. Die beiden Gehirnhemisphären werden quer in der Mitte durchschnitten, und dann die Reizbarkeit des Frosches nach der Zahl der Metronomschläge zwischen dem Einsetzen des Schenkels in die schwache Schwefelsäurelösung und dem nachfolgenden Herausziehen desselben. Diesen Grad der Reizbarkeit nehmen wir nach Setschenow für normal an, mit welchem wir dann alle folgenden im Laufe des Versuches sich ergebenden Abweichungen vergleichen. Die Schwefelsäurelösung nahmen wir immer in der Stärke, bei welcher der Frosch den Schenkel bei 12—15 Metronomschlägen (100 in der Minute) zurückzog. Der Frosch wird dann in gewöhnlicher Weise durch Injection mit Papaverin vergiftet und darauf die fortschreitende Herabsetzung der Reizbarkeit an der Zahl der Metronomschläge zwischen Einstecken und Herausziehen des Schenkels aus der verdünnten Schwefelsäurelösung beobachtet, bis endlich der Frosch ganz aufhört, den Schenkel aus der ätzenden Flüssigkeit herauszuziehen. Es wird dann ein Querschnitt durch das verlängerte Mark ungefähr in der Mitte geführt, und nachdem wir den Frosch einige Zeit nach der Operation hatten ausruhen lassen, wiederholten wir wieder das Einstecken der Schenkel in die verdünnte Schwefelsäure. Der Frosch fängt dann wieder an, den Schenkel herauszuziehen, manchmal bei der normalen Zahl der Metronomschläge, manchmal bei etwas grösserer Zahl. Allerdings ist diese erneuerte Reizbarkeit nicht von langer Dauer: bei allmählich fortschreitender Herabsetzung kommt dieselbe in kurzer Zeit zum Wiederverschwinden.

Wir sehen also aus diesen Versuchen, dass die Wegnahme der Setschenow'schen hemmenden Reflexcentra beim vollständig narkotisirten Frosche von einer vollständigen Rückkehr der Reflexthätigkeit, wenigstens für einige Zeit, begleitet wird. Auf Grund dieser Versuche müssten wir den hemmenden Centren die Hauptrolle bei der Wirkung des narkotischen Giftes zuschreiben, und annehmen, dass diese Wirkung zum

grossen Theile — wenn nicht ganz — durch eine erhöhte Thätigkeit der reflexhemmenden Mechanismen bedingt werde. Indess zogen wir es vor, diese Vermuthung durch folgenden Versuch zu controliren.

2. Wie im vorhergehenden Falle, wird nach Querdurchschneidung der Hirnhemisphären die von uns angenommene normale Reizbarkeit des Frosches nach der Schlägezahl des Metronoms bestimmt, dann werden die hemmenden Reflexcentra weggeschnitten, worauf immer eine beträchtliche Erhöhung der Reizbarkeit sich einstellt. Der Frosch wird dann durch subcutane Injection von Papaverin vergiftet. Die allmählich fortschreitende Herabsetzung der Reizbarkeit wird dann nahezu in demselben Grade beobachtet, wie im vorhergehenden Falle bei Erhaltung der Setschenow'schen Centra. Die narkotische Wirkung des Papaverins entwickelt sich also bei völliger Ausschliessung der hemmenden Centra in demselben Grade, wie bei Erhaltung derselben. Es kann daher keinem Zweifel mehr unterliegen, dass die Hemmungscentra gar nicht, oder wenigstens nicht wesentlich an der Wirkung des Papaverins auf die Herabsetzung der Reflexthätigkeit betheiligt sind.

Es gelang uns, diese Thatsache noch durch folgende Versuche sicher zu stellen, wobei die Hemmungscentra unter Beibehaltung ihres Zusammenhanges mit dem ganzen Thiere von aller Einwirkung des Papaverins ausgeschlossen waren. Nach vorhergegangener Unterbrechung der Blutcirculation in einer Extremität durch Anlegung einer Ligatur und nach Querdurchschneidung der Hirnhemisphären zur Bestimmung der für unsere Versuche anzunehmenden normalen Reizbarkeit des Frosches, injicirten wir einige Tropfen Papaverinlösung auf früher angegebene Weise in die Schwimmhaut der unterbundenen Extremität. Die fortschreitende Abnahme der Reizbarkeit des vergifteten Beines lässt sich dann am Metronom deutlich beobachten, bis endlich der Fuss gar nicht mehr aus der sauren Lösung herausgezogen wird. Um diese Zeit werden die Hemmungscentra durchschnitten. Nachdem wir das Thier ein paar Minuten haben ausruhen lassen, prüften wir wieder die Reizbarkeit derselben Extremität, und konnten dann immer eine beständige Erhöhung

der Reizbarkeit am vergifteten Beine beobachten. Die dann in die Säurelösung versenkte Extremität wird vom Frosche herausgezogen, bald bei normaler Schlägezahl des Metronoms, bald bei grösserer Zahl. Die in dieser Beziehung erhöhte Reizbarkeit ist übrigens nicht von langer Dauer, und nach einiger Zeit bei beständiger Abnahme verschwindet sie wieder. Zur Controle wiederholten wir den Versuch der localen Vergiftung eines Schenkels nach vorausgegangener Durchschneidung der Hemmungscentra und wir beobachteten dann immer ungefähr dieselbe fortschreitende Abnahme der Reizbarkeit am vergifteten Schenkel, ebenso wie bei Beibehaltung der Hemmungscentra im unversehrten Zustande.

In den letzten Versuchen ist wohl kein Verdacht möglich auf eine Einwirkung des Giftes auf die Hemmungscentra, — trotzdem beobachteten wir immer eine beständige Herabsetzung der Reflexthätigkeit nach erfolgter Einwirkung des Giftes, und die Durchschneidung der Hemmungscentra nach erfolgter Herabsetzung der Reizbarkeit auf Einwirkung des Giftes wird immer, wie am gesunden Frosche, von einer Erhöhung der Reizbarkeit des vergifteten Schenkels begleitet.

Dieselben Versuche hinsichtlich der Bedeutung der Hemmungscentra wiederholten wir in ganz derselben Weise bei Vergiftung mit Morphium, und die erhaltenen Resultate stellten sich als ganz dieselben heraus, wie die eben bei Papaverin-Vergiftung mitgetheilten. Es wäre daher anzunehmen, dass das Papaverin und andere ähnlich wirkende Stoffe ohne Einfluss auf die Reflex-Hemmungscentra bleiben; dass diese Hemmungscentra ihre Hemmungsthätigkeit, in nahezu normaler Weise, auch bei narkotisch vergifteten Thieren äussern, indem sie dann in demselben Sinne wirken, wie das eingeführte Gift, einerlei, ob das Thier ganz vergiftet wurde, oder nur local eine unterbundene Extremität. Die Erhöhung der Reizbarkeit nach Durchschneidung der Hemmungscentra bei narkotisch vergifteten Thieren kommt also nur dadurch zu Stande, dass einer der die Reflexthätigkeit hemmenden Factoren ausser Wirkung kommt. Die Erhöhung der Reizbarkeit nach Durchschneidung der Hemmungscentra dauert nicht lange, weil mit der weiter

gehenden Wirkung des Giftes die Paralyse der reflexerzeugenden Mechanismen den Grad erreicht, wo auch ohne Mitbetheiligung der Hemmungscentra keine Reflexe mehr möglich sind.

Am Schlusse haben wir noch über die therapeutische Anwendung des Papaverins zu berichten. Schon in meiner ersten Mittheilung über diesen Gegenstand [1]) bemerkte ich, dass die Versuche über die Wirkungen des Papaverins an Thieren bestimmt genug auf die Möglichkeit der praktischen medicinischen Anwendung dieses Alkaloids als Narkoticum hinweisen. Im vorigen Winter 1867 — 68 machte ich eine kurze Mittheilung meiner Versuche über die Wirkungen des Papaverins an Professor Griesinger, und unter Hinweisung auf den hohen Grad der narkotischen Wirkung dieses Alkaloids, ersuchte ich ihn um Erlaubniss, das reiche Material seiner Nervenklinik benutzen zu dürfen, um die narkotische Wirkung des Papaverins an passenden Kranken zu untersuchen. Er nahm meinen Vorschlag mit grosser Zuvorkommenheit auf, und so hatte ich Gelegenheit, im Laufe des Winters 67 — 68 in Gemeinschaft mit dem Assistenten Dr. Sander das Papaverin in subcutaner Injection in allen den Fällen anzuwenden, wo man sonst Morphium anzuwenden pflegt. Es wäre hier nicht am Platze, eine detaillirte Beschreibung aller der Fälle zu geben, wo wir die glänzenden Erfolge der therapeutischen Anwendung des Papaverins sahen. Die vollständige Behandlung dieses Gegenstandes wird wohl passender das Thema für einen besonderen, nächstens mitzutheilenden Artikel abgeben. Vor der Hand wollen wir nur bemerken, dass das Papaverin einen unersetzbaren therapeutischen Nutzen, ähnlich dem Morphium bietet, indem es vor dem letzteren noch den wichtigen Vorzug hat, dass der Gebrauch desselben niemals von den unangenehmen Folgen begleitet wird, die man oft nach Morphium-Gebrauch zu beobachten Gelegenheit hat, wo dann der fernere Gebrauch desselben unmöglich gemacht wird. Bei dieser Gelegenheit kann

---

1) Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wissensch. Wien, 25. Juli 1867. Bd. LVI.

ich nicht umhin, auf die kürzlich erschienene umständliche Abhandlung über die therapeutische Anwendung des Papaverins vom Prof. Leidersdorff in Wien hinzuweisen, welcher diese Untersuchungen in seiner Nervenklinik unternahm, wie er selbst in seiner Einleitung gewissenhaft bemerkt, veranlasst dazu durch die schon früher erwähnte, von mir gemachte Mittheilung an die Wiener Akademie der Wissenschaften. Er rühmt die erfolgreiche Wirkung des Papaverins nicht nur als beruhigendes und schlafmachendes Mittel, sondern auch als die pathologisch starke Spannung der Muskeln erschlaffendes Mittel. Diese letztere Wirkung hatten wir keine Gelegenheit zu bestätigen.

Für die therapeutische Anwendung wäre am zweckmässigsten, das Papaverinum muriaticum zu empfehlen, welches im Wasser bei geringer Erwärmung unter gleichzeitigem öfteren Umrühren mittelst eines Glasstabes sich leicht auflösen lässt. Eine derartige dreiprocentige Lösung erhält sich sehr lange in nicht zu kalter Temperatur; aus einer concentrirten Lösung scheiden sich nach einiger Zeit Papaverin-Krystalle aus, auch bei mässiger Temperatur, die sich aber bei nochmaliger Aufwärmung wieder auflösen. Die Dosis des Papaverins ist ungefähr dieselbe, wie die des Morphiums: sie variirt sehr, je nach Individualität des Kranken — für stumpfe, gutgenährte Personen braucht man eine viel grössere Dosis zur Wirkung, als für lebhafte, intelligente Personen. Ebenso wie beim Morphium, werden die Kranken auch beim längern Gebrauch des Papaverins mit der Zeit für das Mittel abgestumpft, so dass man genöthigt ist, zur Erreichung derselben Wirkung die Dosis immer zu vergrössern, was übrigens ohne allen Schaden für den Kranken bis zu einem Gran und darüber geschehen kann.

Die Hauptresultate der hier mitgetheilten Versuche können wir in Folgendem resumiren:

1. Alle Opium-Alkaloide zusammengenommen bieten eine Reihe von Stoffen mit vorzüglich zwei charakteristischen Wirkungen — einer narkotischen und tetanisch convulsiven.

2. Jedes einzelne Alkaloid besitzt diese oder jene charakteristische Wirkung ausschliesslich, oder aber eine Verschmelzung beider entgegengesetzten Wirkungen, wobei die eine oder die

andere vorherrscht, während dann die entgegengesetzte eben dadurch schwächer zum Vorschein kommt.

3. Das erste Reihenglied, als das rein narkotisch wirkende Alkaloid ist das Papaverin. Ihm folgt das Morphium, Narcein, Codein u. s. w. mit stetiger Abnahme des narkotischen Charakters der Wirkung und fortwährend deutlich hervortretender convulsionenerregender Wirkung, die im Thebain bis zur vollständig tetanisirenden sich steigert, welche dann von der Strychninwirkung gar nicht, als blos durch die Grösse der erforderlichen Dosis zu unterscheiden ist.

4. In umgekehrter Richtung stellt das Thebain das erste Reihenglied der vorzüglich convulsivisch-tetanisirenden Wirkung vor. Ihm folgt in absteigender Richtung das Porphyroxin, Narkotin, Codein u. s. w. mit allmählicher Abnahme der tetanisirenden Wirkung und gleichzeitigem deutlicherem Hervortreten der narkotischen Wirkung, welche im Papaverin ihr Maximum erreicht.

5. Das Thebain ist seiner Wirkung nach dem Strychnin ganz gleich; indem es aber der Grösse der Dosis nach dem Strychnin nachsteht, könnte es mit weniger Gefahr und demselben Nutzen therapeutisch in allen den Fällen angewandt werden, wo gewöhnlich Strychnin empfohlen wird.

6. Das Papaverin, indem es identisch dem Morphium wirkt, hat für die medicinische Praxis den wichtigen Vorzug vor demselben in denjenigen Fällen, wo das Morphium wegen der oft sich einstellenden unangenehmen Folgen nicht gebraucht werden kann, indem der Gebrauch des Papaverins keine dergleichen Folgen nach sich zieht.

7. Das Papaverin, und das Morphium, indem sie gerade entgegengesetzt dem Strychnin und Thebain wirken, können mit gutem Erfolg als Antidota bei Vergiftungen durch die letzteren Stoffe benutzt werden.

8. Das Papaverin wie das Morphium, indem sie an der Einwirkungsstelle zuerst auf die peripherischen Endigungen der sensiblen Nerven paralysirend wirken, können folglich als locale Anaesthetica bei Neuralgieen verschiedener Art ohne Centralleiden benutzt werden.

9. Die Muskeln, ebenso wie die motorischen Nerven erleiden gar keine Veränderung in ihrer Function nach Einwirkung des Papaverins oder Morphiums.

10. Das Papaverin und Morphium wirken vorzüglich auf die Herabsetzung der Reflexthätigkeit, indem sie in erster Reihe die peripherischen Endigungen der sensiblen Nerven afficiren, theilweise vielleicht auch die sensiblen Fasern in ihrem Verlaufe und wahrscheinlich auch die centralen Hirnelemente.

11. Die Setschenow'schen Reflexhemmungs-Centra erleiden keine nachweisbaren Veränderungen unter Einwirkung des Papaverins oder Morphiums.

Am Schlusse nehme ich gerne die Gelegenheit wahr, dem Herrn Prof. Rosenthal meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für die mir bei der Ausführung dieser Arbeit zu Theil gewordene freundliche Unterstützung.

Die Orbitalvenen des Menschen und ihr Zusammenhang mit den oberflächlichen Venen des Kopfes.

Von

Dr. Emil Sesemann
aus Finnland.
(Aus dem anatomischen Institute zu Tübingen.)

(Hierzu Tafel V.)

Einleitung.

Von den verschiedenen Abtheilungen der descriptiven Anatomie ist das Capitel über die Venen von den Anatomen namentlich in neuerer Zeit sehr stiefmütterlich behandelt worden. Die Arterien und Nerven sind von den besten Kräften zu wiederholten Malen einer Revision unterworfen worden, bei den Venen ist dieses nicht geschehen. Es ist freilich im Laufe der Zeit dieses und jenes gefunden worden, aber es ist zerstreut in verschiedenen Zeitschriften und bildet kein abgerundetes Ganze. Auf diese Weise ist es denn gekommen, dass, obgleich die descriptive Anatomie in den letzten Decennien so ungeheure Fortschritte gemacht hat, in diesem Gebiete noch so vieles lückenhaft geblieben ist. Selbst über die Venen des Halses hat vor nicht gar langer Zeit die heilloseste Verwirrung geherrscht, und wir verdanken es nur Prof. Luschka, dass er diesem Uebel durch seine schöne Arbeit über die Halsvenen ein Ende gemacht hat. Ueber die Venen des Kopfes ist seit der Arbeit von Walter im Jahre 1779 gar nichts Neues

erschienen, ja es sind sogar die Abbildungen von Breschet und Henle viel unvollständiger und incorrecter als die von Walter. Die Arbeit von Walter ist übrigens ungemein rar und scheinen weder Breschet noch Henle eine Ahnung von ihrer Existenz gehabt zu haben. Prof. Luschka erwähnt ihrer in seiner topographischen Anatomie und hat sie uns hier zur Verfügung gestellt. Abgesehen nun aber von der schweren Zugänglichkeit der Walter'schen Arbeit, entspricht sie auch nicht mehr dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft, indem erstens in der langen Reihe von Jahren manches Neue hinzugekommen, andererseits aber auch Walter eine Terminologie gebraucht, die veraltet und daher in der Gegenwart ungeläufig ist. Alle diese Umstände dürften nun eine neue Bearbeitung dieses Gegenstandes vollkommen rechtfertigen, und wir haben uns ihr um so lieber auf Anrathen von Prof. Luschka unterzogen, als sie sich auf das Natürlichste an die von Prof. Luschka erschienene über die Venen des menschlichen Halses handelnde Arbeit anschliesst und gleichsam eine Fortsetzung bildet.

Dass wir uns hier nur vorerst auf die Bearbeitung der oberflächlichen Venen des Kopfes beschränkt haben, kommt theils daher, dass uns die zur Bewältigung des sämmtlichen Venenbezirks erforderliche Zeit nicht zur Disposition steht, andererseits aber auch, weil wir unser Hauptaugenmerk auf die Venen der Orbita gerichtet haben und diese nur zu den oberflächlichen Venen in näherer Beziehung stehen. Dass wir hier die Orbitalvenen mit besonderer Vorliebe behandeln, hat seinen Grund darin, dass sie für die Ophthalmologie nicht ohne praktisches Interesse sein dürften, andererseits aber auch weil wir hier einiges Neue zu bieten haben.

Die vorliegende Arbeit ist auf durchaus neuen Untersuchungen begründet und sind sämmtliche hierzu erforderlichen Präparate unter der Leitung von Prof. Luschka sowohl angefertigt, als auch unter seiner Aufsicht nach der Natur gezeichnet worden. Alle zu dieser Arbeit verwandten Präparate sind im anatomischen Museum zu Tübingen aufgehoben worden und kann man sich daher von der Richtigkeit der hier gemachten Angaben zu jeder Zeit überzeugen.

Schliesslich kann ich nicht umhin, mich hier auf's Innigste bei Herrn Prof. Luschka für die mir bei dieser Arbeit zu Theil gewordene Hilfe und Freundlichkeit zu bedanken, sowie auch dafür, dass er mir das hierzu nöthige Material bereitwilligst zur Verfügung gestellt hat.

Technik der Injection.

Die grösste Schwierigkeit bei der Injection der Venen liegt bekanntlich darin, dass, wenn man von den Hauptstämmen aus injicirt, die Klappen dem Eindringen der Injectionsmasse namentlich bei jungen Individuen ein fast unüberwindliches Hinderniss entgegensetzen. Diesem Uebelstande liesse sich freilich dadurch ausweichen, dass man von der Peripherie aus injiciren würde, aber dieses Verfahren ist erstens sehr schwierig, indem eine kleine Vene zu finden nicht leicht, noch weniger leicht aber das Einbinden des Tubulus in eine solche sich ausführen lässt.

Abgesehen hiervon ist aber auch das Injiciren durch einen kleinen Tubus sehr unbequem. Man muss einen viel grössern Druck anwenden, um die Masse durch die enge Röhre hindurch zu treiben und bekommt dann leicht Extravasate.

Bei älteren Individuen, wo die Klappen meistens defect sind, lässt sich durch Injection von den Hauptstämmen schon eher etwas erreichen, nur muss man den Druck langsam wirken lassen. Die grösseren Klappen kann man auch durch vorheriges Einführen einer Fischbeinsonde zerstören. Glücklicherweise sind die zahlreichen Anastomosen besonders die von kleinerem Kaliber meistens ohne Klappen und es gelingt, wenn die Masse sehr fein ist, und namentlich auch nicht bald erstarrt, auf diese Weise ziemlich vollständige Injection zu erzielen. Hierbei müssen aber immer mehrere Tubi eingebunden werden, um, wenn die Füllung von einem Stamme aus nicht gelingt, diese von einem andern aus vornehmen zu können. Erstarrt die Masse bald, so gelingt auch auf diese Weise die Injection nicht. Die grösseren Stämme werden durch die zahlreichen Anastomosen unter ihnen immer wenigstens zum Theil gefüllt. Bis

man nun die Injectionsspritze wieder gefüllt oder auch nur in einen andern Tubus eingesetzt, ist die schon früher hineingelangte Masse nicht mehr hinreichend flüssig, um der neu eindringenden kein Hinderniss mehr in den Weg zu legen. Bei den Wachsmassen ist dieses schnelle Erstarren der Hauptübelstand und bedingt das Misslingen der Injection. Bei den Wachsmassen ist aber auch noch eine andere Unbequemlichkeit vorhanden, und das ist die, dass man das zu injicirende Object immer erst durch warmes Wasser erwärmen muss. Ein Kopf muss, um hinreichend erwärmt zu werden, über eine Stunde im Bade liegen. Allen diesen Uebelständen weicht man aus, wenn man die von Prof. Partruben modificirte Weber'sche Masse in Anwendung zieht. Diese Masse ist leicht und billig herzustellen, das Object braucht nicht früher erwärmt zu werden und sie erstarrt, wenn sie ordentlich zubereitet ist, erst nach einer viertel bis halben Stunde. Sie wird bereitet durch längeres fortgesetztes allmäliges Erwärmen von gleichen Theilen venetianischen Terpentins und Leinöls oder noch besser Leinölfirniss und etwa dieselbe Menge Menning. Je nachdem man mehr oder weniger Menning hinzusetzt, wird die Masse dicker oder dünnflüssiger. Um sicher zu sein, dass sie später erstarrt, ist es immer gut vor der Injection ein Paar Tropfen auf eine Glasplatte fallen zu lassen und zu sehen, wie sie sich nach einiger Zeit verhält. Erstarrt sie zu schnell, so setzt man Leinöl hinzu, thut sie das in einer Viertelstunde nicht, so giebt man Menning hinein. Zweckmässig ist es immer vor der Injection mit dieser Masse, es gilt dieses aber auch für Wachsmassen, vorher ein wenig Terpentinöl einzuspritzen. Er dringt die Masse dann leichter ein, und man wird ausserdem, wenn eine grössere Vene etwa noch abzubinden wäre, durch das Ausfliessen des Terpentins auf diese aufmerksam gemacht.

Bei der Injection der Kopfvenen verfährt man am zweckmässigsten auf folgende Art. Der Kopf wird unter dem siebenten Halswirbel vom Rumpfe getrennt. In den Wirbelkanal schlägt man einen genau passenden Holzkeil, ebensolche in die Foramina transversaria. Beide Jugulares internae werden abgebunden, in die Jugulares externae hingegen, sowohl in

die anterior. wie posterior. werden Tubi eingebunden, ebenso in die beiden Venae faciales anteriores. Oberhalb der Glandula thyreoidea ist es der Sicherheit wegen gut Pharynx und Larynx mit einem Bindfaden fest zu umschnüren. Hat man es auf die Orbitalvenen besonders abgesehen, so ist es am zweckmässigsten die Injection von der Vena angularis oder frontalis aus vorzunehmen. Walter injicirte von der Cava aus, klagte aber sehr darüber, dass ihn die Injection durch die Menge von Masse und Material, das hierbei verloren ging, so theuer zu stehen kam. Die Resultate waren, wie er selber angiebt, auch durchaus nicht brillant. Die vollständigsten Injectionen bekommt man, wenn man nur kleinere Partieen auf einmal injicirt. Die Venen des Unterkiefers und der Lippen bekommt man nie schön gefüllt, wenn man nicht die Vena facialis vorher etwas oberhalb der Nasenflügel abbindet. Man hat bei diesem Verfahren einen grössern zugleich aber auch gleichmässiger vertheilten Druck, überwindet die Klappen und bekommt kein Extravasat.

Die Vena facialis anterior und posterior sind die beiden grössten und wichtigsten Venen des Antlitzes. Beide stehen mit sämmtlichen Venen dieser Region aber auch mit jenen des Schädeldaches entweder in directer oder indirecter Verbindung, indem die übrigen Blutadern sich entweder in sie entleeren, oder doch durch starke Anastomosen mit ihnen communiciren. Die Anastomosen zwischen der Vena facialis anterior und posterior sind so zahlreich, dass man sehr oft in Verlegenheit geräth, wenn man entscheiden soll, ob sich die oder jene Vene in die anterior oder posterior ergiesst, zuweilen ist dieses ganz unmöglich. Die Vena facialis anterior liegt während ihres ganzen Verlaufs ziemlich oberflächlich und nur die beiden M. zygamatici und der Orbicularis bedecken sie stellenweise sonst nur die Haut und das in der Wange sehr reichliche Fettgewebe. An Klappen ist sie selbst nicht sehr reich, doch sind immer ein Paar vorhanden, jede Vene hingegen, die sich in sie entleert, besitzt solche an der Einmündungsstelle, und zwar sehr vollständige, so dass selbst der Injectionsdruck oft nicht im Stande ist sie zu überwinden. Ihr oberflächlicher

Ast entsteht am inneren Augenwinkel aus dem Zusammenfluss der Venae frontales, supraorbitales, palpebrales, nasales und der Ophthalmica superior. Alle diese Gefässe entleeren sich in den Theil der Vena facialis, welcher seiner Lage wegen am Nasenwinkel den Namen der Angularis führt.

Von der Angularis an entspricht der Verlauf der Ader ungefähr einer Linie, die man sich vom innern Augenwinkel bis zum medialen Rande des Masseters gezogen denkt, und zwar liegt sie hier nach aussen von der Arteria maxillaris externa. Die Vena frontalis geht nahe an der Mittellinie über den M. frontalis herab, und steht mit der symmetrischen Vene der andern Seite durch quere Anastomosen in Verbindung oder verschmilzt streckenweise mit ihr zu einem unpaaren medianen Stamme.

Beide Venae frontales öffnen sich zu einem aufwärts concaven Venenbogen, um mit den Venae temporales und occipitales nach rückwärts zu anastomosiren.

Die Venae palpebrales sup. int. sammeln sich zu drei oder vier Stämmchen, von denen einer und zwar der, welcher die Venchen von der medialen Hälfte der Augenlider aufnimmt, sich in die Angularis ergiesst, die andern aber sich entweder in die Temporalis oder in die Facialis weiter nach abwärts entleeren.

Die Venae nasales, die namentlich an der Nasenspitze ungeheuer zahlreich sind, und vielfach unter einander anastomosiren, sammeln sich zu mehreren Stämmchen, von denen diejenigen, welche die oberflächlichen Venen aufnehmen, meist in die Anastomosen zwischen den frontales einmünden, die andern aber zur Angularis hinziehen.

Die Venae labiales superiores anastomosiren sowohl unter einander, sowie auch mit den Labiales inferiores, bilden jedoch in der Regel keinen solchen Ring um die Mundspalte herum wie die Arterien. Sie vereinigen sich, die oberflächlichen wie auch diejenigen, welche aus der Schleimhaut kommen, jederseits zu einem Stamme, welcher sich in gleicher Höhe mit dem Nasenflügel in die Vena facialis ergiesst.

Etwas weiter nah abwärts mündet die zuerst von Walter

beschriebene und von ihm benannte Vena ophthalmo-facialis ein. Sie kommt unter dem Masseter und dem Jochbogen als ein recht stattliches Gefäss hervor und dient hauptsächlich dazu, um das Blut aus dem Plexus pterygoideus und der Infratemporalgegend abzuführen. Ihre häufige jedoch oft nur sehr schwache Anastomose mit der Ophthalmica inferior hat Walter veranlasst ihr obigen Namen zu geben, doch werden wir später bei den Orbitalvenen nachweisen, dass die Ophthalmica inferior sich meistens nicht in sie, sondern in den Sinus cavernosus oder die Ophthalmico-meningea ergiesst.

Jetzt kommen wir zu einem bisher noch nirgends beschriebenen oder abgebildeten Venenplexus, welcher den Ductus Stenonianus während seines ganzen Verlaufes über den M. masseter unter reichlichen Windungen umspinnt und nicht ohne theoretisches Interesse auf den Ausführungsgang der Parotis sein dürfte.

Der Ductus Stenonianus besitzt nämlich bekanntermaassen keine Muskelfasern, welche einen Verschluss bewirken könnten. Der Speichel wird nun continuirlich von der Drüse abgesondert, ergiesst sich aber in die Mundhöhle stossweise, also findet ein Verschluss statt, welcher bei grösserer Ansammlung des Secrets aufgehoben wird.

Das Aneinanderlegen der Wandungen des Ganges wird hier in ähnlicher Weise wie bei der Harnröhre durch den ihn umspinnenden Venenplexus vermittelt und spielt selbiger daher hier die Rolle eines Sphincters. Der Plexus sendet sein Blut sowohl in die Vena facialis anterior wie posterior hinein.

Die Venae labiales inferiores, welche wie die superiores aus oberflächlichen und tief verlaufenden bestehen, vereinigen sich, nachdem sie sowohl unter einander als mit denen der andern Seite reichliche Anastomosen eingegangen haben, zu mehreren kleinen Stämmchen, die sich sowohl in die facialis ant. als auch in die submentalis und jugularis externa ant. ergiessen.

Die Schleimhaut der Lippen ist von einem ungemein reichen Venennetz durchsetzt, woher die bekannte cyanotische Färbung derselben bei Störungen im venösen Kreislaufe herrührt.

Die Vena facial. post. entsteht hauptsächlich aus dem Zusammenfluss zweier Venenäste: der Vena temporalis superior facialis und media. Die Ven. tempor. super. facialis hat denselben Verlauf wie die gleichnamige Arterie und zwar so, dass ihr Hauptstamm dicht hinter der Arterie verläuft. Sie geht zahlreiche Anastomosen mit der temporal., der frontal. und der occipitalis ein.

Die Vena tempor. med. verbreitet sich netzförmig in dem Gebiete der Arterie, die mit ihr den gleichen Namen führt, ohne jedoch den Aesten des Arterienstammes genau zu folgen. Sie bildet einen Plexus unter der Fascia temporal. und geht Verbindungen mit der Ven. tempor. prof. ein. Die Venae palpebrales, welche das Blut aus dem äussern Theil der Augenlider abführen, vereinigen sich zu einem oder zwei Stämmchen, durchbohren die Fascia tempor. und ergiessen sich in die V. tempor. media. Die temporalis media erfährt unter der Fascia durch die Einmündung so vieler Gefässe eine sehr bedeutende Erweiterung. Sie verschmälert sich jedoch in ihrem ferneren Verlauf wieder um Weniges und fliesst, nachdem sie die Fascia durchbrochen hat, mit der temporalis superficial. zu einem Gefässstamm zusammen, welcher den Namen der Facialis posterior führt.

Nachdem die Vena facialis post. sich auf diese Weise gebildet hat, verläuft sie am äussern Rande des Unterkiefers und ergiesst sich in die Vena jugularis extern. post., nachdem sie jedoch vorher eine stärkere Anastomose zur Vena facial. anterior geschickt hat. Diese Anastomose ist zuweilen so mächtig, dass man sie beinahe für den Hauptstamm halten möchte, und die Verbindung mit der Vena jugularis für eine Anastomose. Es hat dann ganz den Anschein, als wenn die Vena facialis anterior und post. sich zu einem für sie gemeinsamen Stamme vereinigten, um in die Vena jugularis interna einzumünden. Prof. Luschka hat indessen aus der Entwicklungsgeschichte und den stationären Typen im Thierreich nachgewiesen, dass es sich hier eben nur um eine zur stärkeren Ausdehnung gelangte Anastomose handelt.

Während ihres Verlaufes am Rande des Unterkiefers nimmt

die Vene noch mehrere Aeste auf. Hierher gehören die Venen, welche das Blut aus dem aeussern Ohre abführen, so wie auch mehrere Aeste aus der Parotis. Der schon oben erwähnte Plexus, welcher den Ductus Stenonianus umspinnt, sowie auch verschiedene Venen, welche auf der Oberfläche des Musculus masseter verlaufen, senden einen Theil ihres Blutes in besagte Vene.

Die Venae occipitales, welche so ziemlich denselben Verlauf haben, wie die gleichnamigen Arterien, bilden mit sämmtlichen früher genannten Hauptstämmen ein dichtes Venennetz über das ganze Schädeldach. Da man sich von diesem am besten durch einen Blick auf die beiliegende Tafel einen Begriff machen kann, so wollen wir uns hier in Worten nicht weiter darüber auslassen. Die Venae occipitales führen einen Theil ihres Blutes in die Venae jugulares ext. post. ab, ein anderer wird durch das Foramen mastoideum in den Sinus sigmoideus ergossen und endlich sind noch zahlreiche Communicationen mit der Ven. cervicalis profunda vorhanden. Da nun alle diese Aeste unter einander auf die mannigfaltigste Art anastomosiren, so wird die Vena cervic. prof. auf diese Weise nicht nur durch den Plexus vertebralis mit den Venen der Medulla sondern auch direct mit denen des Hirnes zusammenhängen.

Hierdurch ist auch begreiflich, warum Ableitungen und Blutentziehungen im Nacken nicht nur wohlthätig auf den Inhalt des Wirbelcanales, sondern auch auf den der Schädelhöhle einwirken können.

Allgemeines Verhalten der Orbitalvenen, Richtung des Blutstromes, Klappen.

Sämmtliche Venen der Orbita münden entweder in den Sinus cavernosus oder die V. facialis oder in die zuerst von Prof. Hyrtl beschriebene Vena ophthalmo-meningea ein. Diese Einmündung geschieht entweder direct oder indirect vermittelst

der V. ophthalmica sup. oder inf., welche zugleich die zwei bedeutendsten Venen der Orbita repräsentiren. Die Namen V. ophthalmica sup. für ophthalmica cerebralis und ophthalmica inf. für externa seu facialis sind zuerst von Henle eingeführt worden, und obgleich wir durchaus keine Verehrer von der Erschaffung neuer Namen sind, wollen wir uns doch ihrer in diesem Falle bedienen, da sie uns nach den Ergebnissen, die wir bei der Untersuchung gewonnen haben, sehr zweckmässig erscheinen.

Die Variationen sind bei den Orbitalvenen wie bei den Venen überhaupt ziemlich mannigfaltig, doch lässt sich die Regel, wenn einem nur eine hinreichende Anzahl von Präparaten zu Gebote steht, ohne besondere Schwierigkeiten herausfinden.

Als wir die Untersuchung begannen, schien uns die Mannigfaltigkeit der Variationen so gross, dass wir schon an einer glücklichen Lösung der gestellten Fragen zweifelten; als jedoch die Anzahl der Präparate sich gemehrt hatte, sahen wir bald, dass wir doch zum Ziele gelangen würden.

Es wird so Manchem vielleicht überflüssig erscheinen, dass wir uns hier über die Richtung des Blutstromes in den Orbitalvenen überhaupt und insbesondere jenen der V. ophthalmica inf. einlassen wollen, aber erstens taucht die Frage immer wieder von Zeit zu Zeit auf, zuletzt in einer Abhandlung von Dr. O. Heubner über die Symptome bei der Hinsinus-thrombose,[1]) und dann haben wir auch nirgends je eine ordentliche Beweisführung weder für die eine noch die andere Ansicht ausgeführt gesehen.

Die Frage lautet: fliesst das Blut aus der Ophthalmica in den Sinus cavernosus oder in die Vena facialis oder als dritte Möglichkeit endlich noch in alle beide?

Wir sind nach den Resultaten, die sich bei unsern Untersuchungen ergeben haben, entschieden der Ansicht, dass in den meisten Fällen der Abfluss des Blutes aus der V. ophthalmica sowohl in den Sinus als in die V. facialis stattfindet, und

1) Archiv der Heilkunde IX. Jahrgang pag. 434.

zwar glauben wir, dass der weit grössere Theil desselben sich in die V. facialis entleert.

Zu dieser Ansicht sind wir dadurch gelangt, dass der Durchmesser sämmtlicher Einmündungen in die Facialis immer viel grösser ist, als jener in den Sinus cavernosus, welcher zuweilen so klein ist, dass nur ein sehr geringer Theil des Blutes dorthin seinen Abfluss finden kann. Von der Verengerung, welche die Ophthalmica bei ihrer Einmündung in den Sinus cavernosus immer erfährt, werden wir später weiter reden.

Unserer Ansicht nach dient die V. ophthalmica inferior nicht nur dazu, um das Blut aus den anderen Orbitalvenen abzuführen, sondern sie ist auch ein Abzugscanal, ein sogenanntes Emissarium Santorini für den Sinus cavernosus. Alle andern Sinuse haben solche Emissarien, warum soll die Ophthalmica für den Sinus cavernosus nicht diese Bedeutung haben? Die Emissarien entleeren ja ihr Blut auch in der Regel in den Sinus, und nur wenn der Druck in denselben stärker wird, als in den andern Venen mit denen sie in Verbindung stehen, nimmt das Blut seinen Weg dorthin. Die Ophthalmica verhält sich ebenso, so viel Blut als durch die enge Oeffnung in den Sinus cavernosus abziehen kann, thut dieses, das Andere fliesst in die V. facialis anterior. Nimmt aber durch irgend eine Ursache der Druck im Sinus zu, so entleert die V. ophthalmica nicht nur ihren Inhalt in die Facialis, sondern sie führt auch Blut aus dem Sinus dorthin ab. Man könnte hier einwenden, dass die Entleerung der Ophthalmica in die V. facialis daher nicht gut stattfinden könne, weil diejenigen Venen, welche in die Ophthalmica einmünden, dieses unter einem spitzen Winkel von vorne nach hinten thun, der Blutstrom in diesen Venen würde dann demjenigen entgegengerichtet sein, welcher in der Ophthalmica strömt, was natürlich den Abfluss erschweren würde. Dieser Einwand wäre vollkommen berechtigt, wenn nicht so zahlreiche Anastomosen zwischen den Orbitalvenen vorhanden wären, so aber fällt er nicht schwer in's Gewicht.

Betrachten wir jetzt die Symptome, wie sie von Dr. Heubner bei der Sinus-thrombose aufgeführt worden sind, so finden

wir sie zwar in Uebereinstimmung mit der Ansicht, dass die Richtung des Blutstromes nach dem Sinus hingerichtet ist, sind aber fest überzeugt, dass hier auch noch andere Störungen im Venenbezirk stattgefunden haben müssen, und können sie daher nicht als Stütze für diese Ansicht herbeigezogen werden.

Symptome wie Dr. Heubner sie angiebt: venöse Hyperämie des Auges verbunden mit Oedem der Augenlider, Stauung in den Frontalvenen, Prolapsus des Bulbus, Erlöschen des Sehvermögens können unserer Ansicht nach nie durch Thrombose in den Sinusen allein zu Stande kommen, wohl aber wenn zugleich Thromben in den Ophthalmicis oder in der V. facialis vorhanden sind.

Dass es bei einer plötzlichen Aenderung der Richtung des Blutstromes zu Stauungen kommen kann, finden wir begreiflich, nie aber glauben wir, dass die Stockung bei den zahlreichen Anastomosen der V. ophthalmica einen so hohen Grad erreichen kann, um die genannten schweren Zufälle zu bedingen.

Die Symptome deuten auf eine vollständige Stockung des Blutstromes und diese ist bei der angegebenen Einrichtung nicht gut möglich. Man könnte hier einwenden, dass mehrere z. B. die V. centralis retinae, die V. ciliares etc. direct in den Sinus cavernosus einmünden, und daher keinen Abfluss hatten.

Diese Erklärung wäre freilich zureichend, wenn erstens keine Anastomosen zwischen diesen Gefässen und den Ophthalmicis vorhanden wären und andererseits dem Abflusse des Blutes aus dem Sinus cavernosus durch die V. ophthalmica sup. der Weg nicht offen stünde, da, wie wir später zeigen werden, die V. ophthalmica keine Klappen hat. Einen Umweg müsste das Blut in diesem Falle wohl machen, allein dieser ist nur klein, und überdies bei der beträchtlichen Weite der V. ophthalmica unter keinen Umständen hoch anzuschlagen.

Bei Tumoren in der mittleren Schädelgrube, wobei mit dem Sinus cavernosus auch zugleich die V. ophthalmo-meningea comprimirt würde, wären obig genannte Erscheinungen schon eher möglich, da den Gefässen, die sich in diese Vene ergiessen, der Abfluss verschlossen wäre. Der Abschluss kann aber auch hier nie vollständig sein, indem immer bedeutende Anastomosen

mit der V. ophthalmica und sogar direct mit der V. facialis vorhanden sind.

Obiger Symptomencomplex kann also weder durch Thrombose noch durch Compression der Sinuse allein hervorgerufen werden, und müssen auch immer andere Hindernisse für den Blutabfluss zugegen gewesen sein, die sich aber der Beobachtung entzogen haben. In dem von Dr. Heubner selbst beobachteten Falle, war übrigens ein $^3/_4$" langer Thrombus in der V. ophthalmica, wo dann freilich die angeführten Symptome erklärlich sind.

Von der V. ophthalmica inf. war bisher die Ansicht gang und gäbe, dass sie ihr Blut in die V. facialis oder den Plexus pterygoideus ergiesse. Dieses mag vorkommen, ist in der Regel aber nicht der Fall. Sie ergiesst sich, wie wir schon früher angegeben haben, entweder in die V. ophthalmica sup. oder in den Sinus cavernosus oder in die V. ophthalmo-meningea. Die Anastomose zwischen ihr und der V. facialis ant. ist wohl häufig aber nicht constant. Was die Klappen anbetrifft, so können wir mit Sicherheit sagen, dass die V. ophthalmica sup. während ihres ganzen Verlaufs auch nicht die Spur einer Klappe besitzt. Die V. ophthalmica inf. kann eine Klappe haben, aber nur in dem seltenen Falle, dass sie in die V. ophthalmica sup., einmündet und dann an der Einmündungsstelle, wie dies überhaupt bei allen Venen der Fall ist, die sich in die V. ophthalmica sup. ergiessen. Um uns hiervon zu überzeugen, haben wir nicht nur mehrere Mal die V. ophthalmica aufgeschlitzt und untersucht, sondern um ganz sicher zu gehen mit Talg gefüllt, getrocknet, in Terpentin durchsichtig gemacht und dann mit Aether den Talg ausgelaugt.

Die kleinen Venen scheinen ausser den schon erwähnten Klappen an der Einmündungsstelle keine weiteren zu besitzen.

Wie ein Thrombus im Sinus cavernosus mit Oedem der Augenlider in Verbindung gebracht werden kann, ist uns nicht einleuchtend, da die Augenlidvenen sich sämmtlich in die V. facialis und temporalis entleeren, wohin der Weg ja offen bleibt.

Wir wollen jetzt zur speciellen Beschreibung der Venen übergehen.

Die Vena ophthalmica sup. nimmt ihren Anfang am innern Augenwinkel gewöhnlich aus zwei Venen, von denen die Eine und zwar in der Regel die stärkere über die andere unter der Sehne des M. obliquus sup. verläuft. Die obere, die in ihrem Verlauf der Arteria supraorbitalis entspricht, vereinigt sich mit der frontalis, die Andere hingegen senkt sich direct in die angularis. Gleich hinter der Sehne des obliq. sup. vereinigen sich die beiden Venen zu einem mächtigen Stamme und bilden nun die Vena ophthalmica superior. Die Vene begiebt sich jetzt in schräger Richtung von innen nach aussen quer über der Bulbus unter den Rectus sup., kreuzt sich mit dem Nerv. opticus und kommt am äussern Rande des Musc. rect. sup. wieder zum Vorschein. Sie geht dann gerade nach hinten und begiebt sich, von festem Bindegewebe umschlossen, durch die Fissura infraorbitalis in den Sinus cavernosus.

In den meisten Handbüchern liest man, dass die Vena ophthalmica sich mit einer Erweiterung in den Sinus einsenke, und hat diese Erweiterung sogar mit dem Namen Sinus ophthalmicus belegt. Wir haben eine solche Erweiterung niemals beobachtet, wohl aber regelmässig eine Verengerung, die häufig so bedeutend wird, dass wir uns sogar gezwungen gesehen haben, anzunehmen, dass in den meisten Fällen das Blut nur zum kleinern Theil in den Sinus, zum grössern aber in die facialis seinen Abfluss erfahre.

Dass übrigens eine Verengerung hier stattfindet, ist sehr begreiflich, indem die Vene hier von einem sehr festen fibrösen Gewebe eingehüllt ist, und sich daher nicht so leicht wie in dem lockern Fettgewebe ausdehnen kann. Die Arteria ophthalmica liegt an der innern Seite der Vene und kreuzt sich viel früher mit dem Sehnerven.

Die Variationen, die an der Ophthalmica sup. vorkommen, sind nicht sehr mannigfach, indessen haben wir Fälle gesehen, wo ihr Stamm so kurz war, dass er zu fehlen schien. Andere Male besteht sie nicht aus einem Stamme, sondern aus zwei

oder drei auseinandergehenden und sich dann wieder vereinigenden Gefässstämmen, bildet sogenannte Inseln.

Die V. ophthalmica steht nicht nur durch die beiden Venen über und unter der Sehne des M. obliq. mit der V. facialis in Verbindung, sondern es existirt immer noch ausserdem am untern Rande der Orbita eine bisher noch nicht beschriebene Communication mit der genannten Vene. Diese ist immer vorhanden, wechselt aber in ihrer Stärke je nachdem die andern Verbindungen mehr oder weniger entwickelt sind. Nehmen wir jetzt noch hinzu, dass die Vena ophthalmica sup. immer durch eine, öfters aber durch mehrere Anastomosen direct mit der ophthalmica infer. in Verbindung steht, und bedenken wir, dass diese wiederum durch die sogenannte V. ophthalmica facialis mit der facialis anter., ausserdem aber noch mit dem Plexus pterygoideus eine Communication eingeht, so muss man sagen, dass für den Abfluss des Blutes reichlich gesorgt ist, und dass hier nicht so leicht eine Störung stattfinden kann, so lange als die Strömung des Blutes in der facialis nicht behindert ist.

Die V. ophthalmica infer. geht aus einem Geflecht hervor, welches sich an der vordern Grenze des Bodens der Augenhöhle zwischen dem M. rect. inf. und intern. befindet. In diesen Plexus entleeren sich sämmtliche untere Conjunctivalvenen, sowie auch einige Gefässchen aus den Geweben des unteren Augenlides. Er steht ausserdem in mehrfacher anastomotischer Verbindung mit der ophthalmica sup., sowie auch mit der V. facialis anterior.

Der Venenstamm verläuft auf der oberen Fläche des M. rect. inf. gerade nach hinten, um entweder in den Sinus cavernosus oder in die Ophthalmo-meningea von Hyrtl einzumünden.

Der mächtigen Anastomosen der ophthalm. inf. mit der sup., sowie auch jener mit der V. facialis und der gleichfalls in diese einmündenden der V. ophthalmo-facialis haben wir schon erwähnt. Unsere V. ophthalmica inf. ist ja nichts anderes, als der in der Orbita verlaufende Theil der Walter-schen V. ophthalmo-facialis. Der Grund, warum wir den von

Henle zuerst ersonnenen Namen adoptirt haben, ist gleichfalls angegeben worden.

Die Vena ethmoidalis ant., welche das Blut aus der Schleimhaut der vordern Siebfächer, sowie auch jener der Stirnhöhle abführt, ist die erste Vene, welche sich in die Ophthalmica sup. entleert, doch haben wir auch den Fall gesehen, dass sich die Vena ethmoidalis ant. und post. zu einem Stamme vereinigt haben und direct in den Sinus cavernosus begaben.

Die Vena lacrymalis nimmt das Blut aus der Thränendrüse und den oberen Conjunctivalvenen auf und begiebt sich am oberen Rande des M. rect. extern. fortlaufend gewöhnlich in die V. ophthalm sup., doch kann sie sich auch in den Sinus cavernosus sowie auch in die Ophthalmo - meningea entleeren.

Die V. ciliares post. Diesen Namen sollte man gänzlich aus der Nomenclatur streichen und einfach den der Venae vorticosae einführen, indem ja die Venae ciliares post. nichts anderes als die Fortsetzung der V. vorticosae sind und man für eine Sache nicht zwei Namen braucht.

Die von Zinn eingeführte Unterscheidung der Venae ciliares post. in lange und kurze wird von Leber (Archiv für Ophthalmologie Bd. XI. Abth. 1. S. 24) verworfen, da Venen vom Verlaufe der ciliares longae nicht existiren.

Wir für unsern Theil haben nie andere Venen als die aus den Strudelgefässchen hervorgehenden Stämmchen aus dem Bulbus austreten sehen und wissen daher nichts, ob es eigentliche Venae ciliares anteriores giebt. Jedenfalls sind sie sehr klein.

Die Stämme der Venae vorticosae variiren in ihrer Zahl, doch haben wir meistens vier oder fünf vorgefunden. Die oberen münden in der Regel in die V. ophthal. sup., die unteren in die infer. ein. Eine directe Einmündung einzelner Venae vorticosae in den Sinus haben wir auch beobachtet, immer aber stehen sie sowohl unter einander als auch mit den V. ophthalmicis in anastomotischer Verbindung.

Die Venen, welche das Blut aus den Muskeln abführen, verlaufen bald so und bald anders und münden bald hier und

bald da ein, so dass wir uns hier in keine weitere Beschreibung über sie einzulassen nöthig haben.

Eine den Nervus infraorbitalis durch das gleichnamige Loch des Oberkiefers begleitende Vene haben wir nicht vorgefunden und sind deshalb zu der Annahme geneigt, dass die V. ophthalm. inf. der Art. infraorbital. entsprechen möchte.

Die Vena centralis retinae ist zuerst von Haller aufgefunden worden, aber erst Zinn hat eine genaue Beschreibung über ihren Verlauf und ihre Einmündung geliefert. Seit der Zeit ist nichts Neues über diese Vene berichtet worden. Walter, der einzige, der sich nach Zinn eingehend mit den Venen der Orbita beschäftigt hat, bestätigt im Wesentlichen die Angaben von Zinn.

Beide Forscher behaupten, dass die V. centralis retinae, nachdem sie ungefähr in der Mitte des Sehnerven aus dem Stamme desselben herausgetreten ist, an der äussern Seite desselben eine Strecke fortläuft, dann seine fibröse Scheide durchbohrt, und sich endlich in den Sinus cavernosus entleert. Höchst selten soll sich nach beiden Beobachtern die Vene in die Ophthalmica entleeren. Diese Angaben stimmen im Wesentlichen mit den Ergebnissen, die wir bei unsern Untersuchungen gewonnen haben, so ziemlich überein, nur müssen wir noch Einiges hinzufügen. In den meisten Fällen, wo die V. centralis retinae sich in den Sinus cavernosus entleert, und dieses kommt wirklich am häufigsten vor, giebt sie starke Anastomosen an die V. ophthalmica sup. ab und diese werden zuweilen so mächtig, dass man nicht recht weiss, ob man sagen soll, sie münde in den Sinus cavernosus oder in die V. ophthalmica ein.

Dass die Vena centralis ausschliesslich in die V. ophthal. übergegangen wäre, so einen Fall haben wir nie beobachtet. Zinn beschreibt einen solchen, dagegen haben wir ein Präparat in unserer Sammlung, wo sich die V. centralis retinae einfach in die V. ophthalm. infer. entleert.

Endlich kommt noch der Fall vor, dass ein zarter Venenplexus die Sehnervenscheiden umspinnt, in welchen die V. centr. retinae nebst einigen kleinen Venen, die aus der Substanz der Sehnerven heraustreten, übergehen. Das Blut

dieses Plexus wird durch mehrere kleine Venchen, theils in die V. ophthalm. sup., theils in die inferior, theils aber auch in den Sinus cavernosus abgeführt.

Es ist von vielen Ophthalmologen ein grosses Gewicht darauf gelegt worden, dass die Vena centr. in den Sinus cavernosus einmünde. Auf diese anatomische Thatsache stützt sich die mehrfach gehegte Meinung, dass durch Thromben, die den Sinus verschliessen, oder durch Tumoren, die denselben comprimiren, Stauungen im Stromgebiet der V. centralis herbeigeführt werden. Solche Stauungen sind in der That bei Thrombose der Hirnsinuse, sowie auch bei Tumoren an der Hirnbasis beobachtet worden, doch glauben wir, dass diese Stauungen nicht blos durch die Einmündung der V. centralis in den Sinus cavernosus erklärt werden können, sondern dass hierbei noch immer andere Ursachen mitgewirkt haben, wenigstens wenn die Stauung einen bedeutenden Grad erreicht hat. Die zahlreichen Anastomosen, welche die V. centralis retinae entweder an die eine oder auch an beide V. ophthalmicae abgiebt, würden schon eine Störung höheren Grades nicht aufkommen lassen, indem ja durch diese der Abfluss in die V. facialis gesichert ist.

Ganz abgesehen aber auch von diesen Anastomosen ist es total gleichgültig, wie wir schon früher bemerkt haben, ob die Einmündung in die V. ophthalmica oder in den Sinus stattfindet, indem die V. ophthalm. und der Sinus cavernosus ein Continuum mit einander bilden und der Abfluss des Blutes, so lange der Weg durch die V. facialis frei ist, keine Behinderung erleidet.

Dass bei Thrombose der Hirnsinuse eine Stauung stattfindet, ist leicht erklärlich, wenn der Thrombus sich wie in dem früher erwähnten Falle in die Ophthalmica sup. fortsetzt.

Wie wir uns die Stauung bei den Tumoren erklären sollen, wissen wir gegenwärtig nicht, doch scheint uns die frühere Erklärung aus besagten Gründen durchaus nicht plausibel, abgesehen davon, dass die Compression des Sinus cavernosus gar nicht so leicht zu bewerkstelligen ist, als man vielleicht glauben würde. Wir haben bei unsern Injectionen öfters versucht, den

Sinus cavernosus zu comprimiren, um das Ausfliessen der Masse durch den Sinus sigmoideus zu verhindern, es ist uns dieses aber nie gelungen.

Ausserdem werden bei den Formen von Retinitis, die man von solchen Stauungen ableiten will, immer beide Augen befallen, was, wenn der Tumor nur auf der einen Seite sich befindet, gar nicht zu begreifen ist.

Schliesslich wollen wir hier noch eine Beschreibung der Vena ophthalmo-meningea, wie sie von Hyrtl im 5. Jahrgang der österreichischen Zeitschrift für praktische Heilkunde gegeben ist, hinzufügen.

Die Venae ophthalmo-meningeae verlaufen zu beiden Seiten des Türkensattels von der Sylvischen Grube zur oberen Augengrubenspalte. Sie verbinden sich entweder mit der Vena Fossae Sylvii oder einem Aste derselben und münden entweder am äussern zugespitzten Ende der oberen Augengrubenspalte in den Breschet'schen Sinus spheno-parietalis an der untern Fläche der Schwertflügel des Keilbeins ein, oder gehen über den Sinus weg in die Orbita.

Die V. ophthalmo-meningea ist nicht selten durch einen ungewöhnlichen Reichthum an Klappen ausgezeichnet und diese sind dann so gestellt, dass sie nicht blos die centrifugale Blutbewegung sondern auch die anatomische Injection in dieser Richtung unmöglich machen. Ist die Vene klappenlos, und mündet sie in den Breschet'schen Sinus ein, welcher selbst wieder in den Zellenblutleiter führt, so kann und muss die Blutbewegung in ihr vom Gehirne weggerichtet sein, da kein Sinus durae matris sein Blut dem Gehirne giebt, sondern von diesem erhält. Die Vene ist dann eine Vena cerebralis anterior, während sie früher eine Vena ophthalmica war.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1.

Linke Seitenansicht des Kopfes mit sämmtlichen oberflächlichen Venen (in halber Grösse).

a. Vena facialis anterior. *b.* Vena facialis posterior. *c.* Vena temporalis superficialis. *d.* Vena temporalis media. *e.* Vena occipi-

talis. *f*. Vena jugularis externa posterior. *g*. Vena cervicalis profunda. *h*. Anastomosen zwischen der V. facialis ant. und post. *i*. Vena ophthalmo-facialis (nach Walter). *j*. Vena labialis inferior. *k*. Vena labialis superior. *l*. Plexus ductus Stenoniani. *m*. Vena frontalis. *n*. Vena supraorbitalis. *o*. Plexus vertebralis.

Fig. 2.

Die Orbitalvenen der rechten Seite in natürlicher Grösse. Die Augenhöhle ist von aussen geöffnet und sämmtliche Muskeln des Bulbus sind beseitigt worden.

1. Sinus cavernosus. *2*. Regelmässige Verengung der V. ophthalmica sup. *3*. Vena ophthalmica superior. *4*. Vena ophthalmica inferior. *5*. Vena ophthalmo-facialis (nach Walter). *6*. Constante Anastomose zwischen der V. ophthalmica superior et inferior. 7. Abzugscanal in die V. facialis ant. *8*. Vena facialis anterior. *9*. Vena alae nasi. *10*. Vena supraorbitalis. *11*. Vena ciliaris posterior.

Fig. 3.

Die Orbitalvenen der rechten Seite in der gewöhnlichen Art ihrer Anordnung in natürlicher Grösse.

1. Sinus cavernosus. *2*. Constante Verengerung der Ophthalmica sup. *3*. Vena ophthalmica superior. *4*. Vena ophthalmica inferior. *5*. Vena centralis retinae. *6*. Vena lacrymalis 7. Vena ciliaris posterior. *8*. Constante Verbindung zwischen der V. ophthalmica super. et infer. *9*. Vena supraorbitalis. *10*. Vena ophthalmo-facialis. *11*. Vena facialis anterior. *12*. Constanter Abzugscanal in die Facialis anterior.

Ueber den Einfluss des Centralnervensystems auf die Wärmebildung im Organismus.

Von

B. Naunyn und H. Quincke.

Durch eine grosse Reihe von Arbeiten, welche durch die bekannten Erfahrungen von Claude Bernard[1]) über die Wirkung der Durchschneidung des Halssympathicus angeregt wurden, ist es zur Genüge festgestellt, welch bedeutenden Einfluss das Centralnervensystem auf die Blutvertheilung im Organismus und hierdurch auf die Temperatur einzelner Körpertheile ausübt.

Dieser Einfluss ist keineswegs als ein trophischer im engeren Sinne zu bezeichnen, sondern er beruht nach jenen Erfahrungen in der Hauptsache auf der Fähigkeit des Nervensystems, Contractionen der in den feineren Gefässen vorfindlichen glatten Muskelfasern hervorzurufen.

Weit geringer sind die Erfahrungen der Physiologen über den Einfluss, welchen das Centralnervensystem auf die Wärmeproduction auszuüben im Stande ist. In dieser Beziehung sind fast allein die von Ludwig und Spiess[2]) ausgeführten vergleichenden Untersuchungen über die Wärme des Unterkieferdrüsenspeichels und des gleichseitigen Karotidenblutes zu

1) Compt. rend. 1852, 1853, Tom. 34 u. 36.

2) Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1857 Bd. 25. — Ludwig, Wiener medicinische Wochenschrift 1860.

nennen. Diese Versuche ergaben, dass bei Reizung der Chorda tympani das von jener Drüse abgesonderte Secret eine um 1—1½ Grad höhere Temperatur als das Blut der zuführenden Arterie zeigt, und sie beweisen, dass hier unter dem Einfluss einer Nervenreizung Wärmebildung statt hat.

Seitens der Pathologie liegen schon ältere Beobachtungen vor, welche wohl zu erweisen geeignet scheinen, dass Verletzungen des Centralnervensystems eine vermehrte Wärmebildung im Organismus anzuregen im Stande sind.

Schon im Jahre 1837 machte B. Brodie[1]) den ersten hierher gehörigen Fall bekannt. Derselbe betraf einen Mann, welcher sich eine Quetschung des untersten Theiles des Halsmarkes und in Folge davon eine sofort eintretende Lähmung sämmtlicher Extremitäten- und Rumpfmuskeln mit alleiniger Ausnahme des Diaphragma zugezogen hatte. Die Körpertemperatur zeigte vor dem (42 Stunden nach der Verletzung erfolgenden) Tode die ungewöhnliche Höhe von 111° F.=43,9° C.

Aehnliche Erfahrungen wurden später wiederholt gemacht. Billroth[2]) wies bei einem Kranken mit Quetschung der Medulla spinalis in Folge von Fractur des 6. Halswirbels 50 Stunden nach der Verletzung eine Temperatur von 42,2° nach. Simon sah einen Menschen mit Contusion und Apoplexie des Brustmarkes durch Fractur des 12. Dorsalwirbels, nach 3 Tagen bei einer Temperatur von 44,0° unter den Erscheinungen des Delirium tremens zu Grunde gehen.

Ein vierter dem Brodie'schen fast identischer Fall wurde im Sommer 1868 auf der Frerichs'schen Klinik hierselbst beobachtet.

Ein 34jähriger Mann war bei einem Kopfsprung in's Wasser mit dem Kopfe heftig auf den Grund gestossen. In Folge einer hierbei stattgehabten Fractur des (wie die Obduction ergab) 5. und 6. Halswirbels und Quetschung des Rückenmarks an der betreffenden Stelle hatte sich sofort eine vollständige Lähmung sämmtlicher Extremitäten- und Rumpfmuskeln, das

---

1) Medico-chirurgical transactions 1837.

2) Langenbeck's Archiv 1862.

Zwerchfell ausgenommen, eingestellt; die Athmung war eine rein diaphragmale.

Die Temperatur betrug (in der Achsel) nach der Verletzung

	5 St.	37,6
	12 „	40,9
	15 „	42,1
	19 St. 11 Min.	43,6 — in ano 43,8
im Moment d. Todes	19 St. 35 Min.	43,2 — „ 43,4.

Es stimmen diese vier hier angeführten Beobachtungen im Wesentlichen mit einander überein. In allen wurde durch Quetschung des Rückenmarks eine, im physiologischen Sinne vollständige, Abtrennung eines mehr oder minder grossen Theiles desselben herbeigeführt, und in Folge dieses Eingriffs stellte sich eine bedeutende Steigerung der gesammten Körpertemperatur ein. Die Schnelligkeit, mit welcher die Temperatursteigerung, wenigstens in der Mehrzahl der Fälle eintrat, so wie das Fehlen aller sonstigen Reizerscheinungen machen es unwahrscheinlich, dass als Ursache derselben eine etwaige reactive Entzündung der Medulla spinalis anzusehen sei.

Es scheint also hiernach, dass bei Menschen durch eine Trennung des Rückenmarkes, und zwar namentlich durch eine solche im unteren Halstheil eine erhebliche Steigerung der Körpertemperatur hervor gebracht werden könne.

Die Resultate der an Thieren experimentell ausgeführten Rückenmarks-Verletzungen stehen zu den eben angeführten pathologischen Erfahrungen in einem auffallenden Gegensatz.

Für weitaus die Mehrzahl der von Bernard,[1] Schiff,[2] Chossat,[3] Brodie,[4] Bezold[5] u. s. w. und in neuerer Zeit von Tscheschichin[6]) ausgeführten Versuche ergab sich als

1) L. c 2.

2) Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystems. Frankfurt a. M. 1855.

3) Meckel's Archiv Bd. 7 1822.

4) L. c.

5) Gekreuzte Wirkungen des Rückenmarks.

6) Dieses Archiv 1866.

Resultat der totalen Rückenmark-Durchschneidung ein mehr oder minder schnelles Sinken der Körpertemperatur.

Nur Brodie giebt in nicht genügend bestimmter Weise an, Temperatursteigerung nach Rückenmark-Durchschneidung bei Kaninchen gesehen zu haben; Schiff beobachtete bei Hunden nach Durchschneidung des Dorsalmarks mehrfach geringe Temperatursteigerung, Tscheschichin führt einen Fall an, in welchem bei einem Kaninchen, dem er die Medulla oblongata durch Schnitt vom Pons getrennt hatte, die Temperatur in wenigen Stunden um 2° stieg.

Wichtiger erscheint die Erfahrung Tscheschichin's, dass es gelingt, die nach Durchschneidung des Rückenmarks und namentlich des Halsmarks gewöhnlich schnell eintretende Abkühlung durch sorgsames Einhüllen der Thiere zu verlangsamen oder auch für einige Zeit ganz zu verhindern; denn man darf hiernach annehmen, dass das meist beobachtete schnelle Absinken der Temperatur der Thiere lediglich durch übermässige Wärmeabgabe auf der Körperoberfläche bedingt sei.

Hieraus ergiebt sich eine Möglichkeit, den zwischen den Beobachtungen am Menschen und den Resultaten der Experimente an Thieren bestehenden Widerspruch, sowie die Inconstanz dieser selbst aufzuklären.

Denn nimmt man an, dass durch die Continuitätstrennung des Rückenmarkes gleichzeitig eine Steigerung der Wärmeproduction und eine vermehrte Wärmestrahlung auf der Haut verursacht wird, so wird um so leichter ein Ueberwiegen der Wärmeabgabe, d. h. also eine Abkühlung des Thieres eintreten, je grösser im Verhältniss zur Körpermasse die Oberfläche des Thieres, d. h. je kleiner das Letztere selbst ist. Je grösser andrerseits das Thier, d h. je kleiner im Verhältniss zum Körpervolumen die Körperoberfläche ist, um so günstiger gestalten sich die Verhältnisse für ein Ueberwiegen des ersten jener beiden Factoren, um so leichter kommt eine Temperatursteigerung zu Stande.

Die genauere Vergleichung der vorliegenden Thatsachen zeigt in der That, dass beim Menschen relativ häufig, bei Hunden wenigstens in manchen Fällen, sich eine Steigerung der

Körpertemperatur nach Rückenmarks-Verletzungen einstellt, während bei den viel kleineren Kaninchen fast ausnahmslos schnelle Abkühlung eintrat.

Dass es Tscheschichin nicht gelang bei diesen Thieren durch Einhüllungen den schädlichen Einfluss des übermässigen Wärmeverlustes durch die Haut vollständig zu beseitigen, kann nicht auffallen, da wie es scheint auch bei den viel grösseren Thieren, den Hunden und den Menschen jene Temperatursteigerungen nur unter Umständen beobachtet wurden, wo die Bedingungen für die Wärmeausstrahlung von der Haut ungünstige waren. Es wurden wenigstens die betreffenden Beobachtungen, wie sich bei genauerer Einsicht derselben ergiebt, fast sämmtliche zur Sommerszeit gemacht.[1])

Mit Rücksicht auf die im Vorliegenden genauer erörterten Erfahrungen, und die sich an dieselben knüpfenden Betrachtungen erschien es wohl berechtigt, von neuem die Entscheidung jener, namentlich in pathologischer Beziehung (für die Lehre vom Fieber) so hochwichtigen Frage nach dem Einfluss des Centralnervensystems auf die Wärmebildung im thierischen Organismus anzustreben.

Es wurden zu den nachfolgenden Experimenten fast ausschliesslich möglichst grosse Hunde verwendet. Die Continuitätstrennung des Rückenmarks wurde in fast allen Fällen nicht durch Schnitt, sondern durch Quetschung bewirkt. Es wurde dieser Operationsmodus wegen der dabei viel geringeren Blutung vorgezogen. Dass andrerseits die durch die Quetschung bedingte Leitungsunterbrechung eine vollständige war, wurde einmal durch die Vollständigkeit der sich sofort ein-

1) Ueber die Jahreszeit, in welche die Brodie'sche und die Billroth'sche Beobachtung fallen, ist nichts Sicheres zu bestimmen. Der Simon'sche Fall, wie der auf der Frerichs'schen Klinik vorgekommene, fielen in die Zeit des Hochsommers und namentlich kam letzterer an einem der ungewöhnlich heissen Tage des Juli vergangenen Jahres zur Beobachtung. Auch Schiff scheint die oben angeführten Experimente im Sommer angestellt zu haben.

stellenden Lähmung sämmtlicher Muskeln, die von unterhalb der Quetschungsstelle entspringenden Nerven versorgt werden, dann durch die anatomische Untersuchung bei der Section erwiesen. Letztere zeigte die Substanz der Medulla an der Quetschungsstelle selbst in allen Fällen zu einem röthlichen Brei verwandelt; erhebliche Blutergüsse oder meningitische Exsudationen, welche durch Druck oder in irgend einer anderen Weise einen reizenden Einfluss auf das durch die Quetschung abgetrennte Rückenmarkstück hätten ausüben können, fanden sich nirgends. Uebrigens wird noch durch die Resultate des Versuches VII zur Genüge erwiesen, dass sich auch bei Trennung des Rückenmarkes durch Schnitt genau dieselben Resultate wie bei der Quetschung ergeben.

Die Operation wurde meist in der Narkose ausgeführt, und die Quetschung geschah stets innerhalb der eben nur so weit, als zum Einführen der quetschenden Pincette nöthig, eröffneten Dura, und meist in der Höhe des 6. Halswirbels, da mehrere Versuche gezeigt, dass bei oberhalb des 5. Halswirbels statthabender Quetschung die Hunde unmittelbar nach der Operation durch Beeinträchtigung der Respiration zu sterben pflegen.

Die Temperaturmessungen wurden in allen Fällen (so weit nichts Besonderes bemerkt) in recto gemacht; Anfangs mit einem gewöhnlichen in $^1/_{10}$ getheilten Thermometer, später wandten wir, da der Tod der Thiere und mit ihm die Zeit der höchsten Temperatur häufig in die Nachtstunden fiel und also hier und da wenigstens der Beobachtung entging, ein Maximumthermometer an.[1])

1) Das fragliche Maximumthermometer ist von Geissler in Berlin nach Muster der in England gebräuchlichen angefertigt; der oberste etwa 1 Cm. lange Theil der Quecksilbersäule ist durch eine Luftblase von dem übrigen Quecksilber getrennt. Beginnt das Thermometer zu fallen, so bleibt jener oberste 1 Cm. lange Theil der Quecksilbersäule an seinem Platze unverrückt stehen, da bei der ausserordentlichen Enge des Capillarrohres auch die Schwere keinerlei bewegenden Einfluss auf denselben ausübt.

Der Beginn der im Nachstehenden mitzutheilenden Untersuchungen fiel in den Anfang des Herbstes vorigen Jahres. Dieser Umstand d. h. also die zu jener Zeit herrschende mildere Temperatur der Atmosphäre ist wohl als Grund dafür anzusehen, dass schon in den ersten Versuchen bei kräftigen Hunden nach Quetschung der Medulla in der Höhe des 6. Halswirbels sich erhebliche Temperatursteigerungen der Thiere einstellten, obgleich gegen die zu starke Abkühlung derselben lediglich Einwickelung mit wollenen Decken angewendet waren. Später als die Aussentemperatur schnell zu sinken begann, wurden keine Temperatursteigerungen bei den operirten Thieren mehr wahrgenommen, vielmehr stellte sich jetzt constant ein schnelles und bis zum Tode der Thiere dauerndes Sinken der Temperatur derselben ein.

Es zeigen die folgenden Experimente, dass eben Einwickelung der Thiere mit Watte, Decken u. s. w. die Wärmeausstrahlung auf der Oberfläche nur in geringem Grade auszugleichen im Stande ist. Viel wirksamer erweist sich in dieser Beziehung die Erwärmung der die Thiere umgebenden Atmosphäre. Wir brachten die Thiere zu diesem Zweck in einen mit Glaswänden versehenen Raum über einem mässig geheizten Dampfkessel. Die stets mässig feucht gehaltene Atmosphäre in jenem Raume zeigte eine Temperatur von 26—30° C., kam also einer ziemlich hohen Sommertemperatur gleich. Dieser Raum ist im Texte unter der Bezeichnung „Wärmkasten“ verstanden. Um auch den etwa vorhandenen Einfluss der Strahlung vom Dampfkessel auf das Lagerungsbrett zu eliminiren, stellten wir mehrere der folgenden Versuche mit der Vorsicht an, das Thier statt auf einem einfachen auf einem doppelten Brett zu lagern, so dass noch eine Luftschicht von etwa 4″ beide Bretter von einander trennte; der Erfolg war bei der einen wie bei der andern Art des Versuches derselbe.

Dass es durch Ueberführung der Thiere in den erwähnten Raum mit viel grösserem Erfolge, als durch Einwickelung in warme Decken u. s. w. gelingt, die Wärmeabgabe einzuschränken, beweisen die beiden folgenden Versuche zur Evidenz.

I. Kräftiger Kater. 3,6 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
17. 11.	12—30 (Nm.)	39,8			Rückenmarksquetschung nach Fortnahme des Bogens vom 7. Halswirbel. Alle 4 Extremitäten gelähmt; rein diaphragmale Athmung. Das Thier sofort in warme wollene Decken eingewickelt. Rechte Pupille viel weiter als die linke, beide reagiren gut. Keine Reflexe von den gelähmten Theilen aus.[1]
	1—15	38,8			
	3	35,7			
	4—30	34,7			
	7—55	34,5			
18. 11.	11—20	25,7			Thier ganz apathisch, wird ausgewickelt und in den Wärmkasten gebracht.
	12	23,7			
	12—30	25,2			Thier beginnt zu reagiren.
	1—30	27,9		33	
	2—35	30,9	32		
	3—30	34,3	42	32	
	4—30	37,3	26	35	
	5—10	39,6	28	40	
	5—25	40,2		36	Tod.
	5—30	40,3			
	5—35	40,3		24	Section ergiebt totale Quetschung in der Höhe der Wurzeln des 7. Halswirbels.

1) Es wurde in diesem Falle ebenso wie in allen folgenden fortdauernd genau auf die Stärke der an den gelähmten Theilen zu erzielenden Reflexe geachtet. Fast in allen Fällen wurden bei der Reizung der Mastdarmschleimhaut durch das eingeführte Thermometer heftige Reflexbewegungen des Schwanzes und der Hinterextremitäten ausgelöst. Von der Haut des Rumpfes und der gelähmten Extremitäten aus konnten Reflexbewegungen meist überhaupt nicht erzielt werden. In mehreren Fällen war die Reflexerregbarkeit hier, wenn auch äusserst schwach, wahrnehmbar, in zwei Fällen, (VIII u. XIV) und auch da nur wenig, über die Norm erhöht. In dem einen dieser (XIV) traten die Reflexzuckungen entschieden verspätet auf. Es erscheint hiernach die allgemein verbreitete Annahme erhöhter Reflexerregbarkeit nach Trennung des Rückenmarks vom Hirn, für Hunde, nicht unbedingt gültig zu sein.

II. Männlicher Hund. 9 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
19. 11. 1868.	1 (Nm.)	39,7			
	2	38,7			Im Moment der Quetschung sofort Lähmung sämmtlicher Extremitäten; diaphragmale Athmung. Das Thier sofort in warme wollene Decken möglichst sorgfältig eingewickelt.
	5—15	37,8			
	7—45	37,1			
	10—11	35,3			Thier ausgewickelt und in den warmen Raum gebracht.
	12—30	35,6		25	
20. 11.	9 (a. M.)	44,0		22	Hund bereits todt Starre beginnt soeben.

Section: Totale Quetschung in der Höhe des 6. Halswirbels.

In allen folgenden Versuchen wurden nun die Thiere unmittelbar nach geschehener Quetschung in den Wärmkasten gebracht. Die Resultate des Experimentes waren seitdem vollkommen constant.

III. Männlicher Hund. 10½ Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
21. 11.	8—30 (a. M.)	38,7			
	9—30	37,1		20	Moment der Rückenmarksquetschung Thier sofort in den Wärmkasten. Alle vier Extremitäten gelähmt; rein diaphragmale Athmung.
	10	35,7	28	25	
	11	35,7		30	
	12	36,7	24	28	
	1	37,9		30	
	2—20	39,2		31	
	3—5	40,1	40	31	Ganz kurze Zeit dauernder Opisthotonus.
	3—55	40,7		28	Tetanische Streckung aller vier Extremitäten, Tod.
	4—10	40,8		28	

Section ergiebt totale Quetschung in der Höhe des 5. Halswirbels.

IV. Männlicher Hund. 5½ Kilogrm. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
5. 12.	12—45	39,6			
	1—20	39,6			Quetschung, Lähmung aller vierExtremitäten und rein diaphragmatische Respiration. Sofort in den Wärmkasten.
	1—30	39,1	26	25	
	2	39,4		29	
	2—30	40,0		30	
	3—10	41,0		30	
	4—30	41,0		31	
	5— 5	40,9	74	30	
	5—35	40,8		26	
	7—40	41,45	180	30	
	9—40	41,9		29	Hund säuft Wasser.
	12 Nachts	42,4		29	Hund ist todt, schon starr. Section: Völlige Quetschung und Erweichung des Markes in der Höhe des 6. Halswirbelbogens.

V. Männlicher Hund. 7,8 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
12. 12.	1	40,1			
	2	38,1		32	Unmittelbar nach der Quetschung sofort Paralyse der vier Extremitäten und rein diaphragmale Athmung. In den Wärmkasten.
	2—30	37,1		30	
	3	37,9		30	
	3—55	38,8	18	29	
	5	40,0	20	29	
	7—40	42,0	36	28	
	7—45	42,1			
	9—20	41,9		28	
13. 12.	12—45 (a. M.)	41,45	20	29	Hund todt, aber noch nicht starr.
	8	41,9		26	Section: totale Quetschung in der Höhe des 6. Halswirbels.

VI. Männlicher Hund. 30 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
21. 12.	12	39,2			
	1	38,3		22	Im Augenblicke der Quetschung sofort vollständige Lähmung der Extremitäten; rein diaphragmale Respirationen. In den Wärmkasten.
	1—40	38,2		26	
	2—50	38,9		28	
	4	40,0		30	
	5—20	40,8	32	30	
	7—20	42,8	36	29	Hund ist todt, noch nicht starr.
					Die Section am andern Morgen vorgenommen ergiebt, obgleich die Leiche sofort nach dem Tode in eine Kälte von mehreren Grad unter 0° gebracht wird, colossale Fäulniss; Emphysem der Leber, Milz u. s. w.
					Totale Quetschung in der Höhe des 6. Halswirbels.

VII. Weiblicher Hund. 7 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
30. 1.	8—30 (a. M.)	38,9			Statt der Quetschung wird in diesem Falle die Durchschneidung der Medulla mittelst einer scharfen Scheere vollzogen. Unmittelbar danach vollständige Lähmung der vier Extremitäten; rein diaphragmatische Athmung: sofort in den Wärmkasten.
	9— 5	36,0		28	
	9—22	35,5		28	
	10	35,5		29	

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
30. 1.	10—10	35,6		29	
	11— 5	36,2		30	
	12—10	37,5		29	
	1— 5	38,7	26	30	
	2—15	40,1	26	30	
	3— 7	41,5	28	31	Gleichzeitig beträgt die Temperatur in der Mundhöhle 41,3, in der Schenkelbeuge 41,5, in der Achselhöhle 41,4, im Gehörgang 41,2.
	4— 5	41,5	40	28	
	4—40	41,8			
		42,6[1] (Max.)			
	8—10	41,4		26	
	8—40	41,8			
31. 1.		42,1 (Max.)			
	8—10 (a. M.)			15	Hund todt. Section: Durch den Schnitt vollkommene Trennung in der Höhe des 6. Halswirbels. Ausserordentlich weit vorgeschrittene Fäulniss; Emphysem der Milz und Leber.

1) Hier war das oben erwähnte Maximumthermometer angewendet. Es bedeutet jedesmal die am Wirbel der Klammer stehende Zahl mit dem Zusatz (Max.) die höchste Temperatur zwischen den durch die Klammer verbundenen beiden Beobachtungszeiten.

VIII. Zottiger Schäferhund ca. 15 Kilogr.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
20. 2.	8—30	39,7			
	9				Quetschung des Rückenmarks nach Wegnahme des Bogens des 6. Halswirbels.
	9—15	38,7		26	
	10—15	40,0		30	
	12—45	42,1		30	
	2	42,1		29	
	4—50 } 7—30	41,4 41,7 (Max.)			
21. 2.	12 Mittag.	41,6		20	
	1	41,4		26	
	1—50 } 8 Ab.	42,6 44,4 (Max.)		30 28	Der Hund ist todt, starr, stinkt schon; misst in ano 40,5.

IX. Brauner Pinscher ca. 6 Kilogr.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
6. 3.	11—30	39,4			
	12—12	38,6		30	Quetschung des Rückenmarks in der Höhe des 6. Halswirbels.
	12—40	38,1		31	Völlige Lähmung der Extremitäten und exspiratorischen Muskeln.
	1—45	39,5		30	
	2—30	40,4			
	3—10 } 9—30	41,1 41,7 (Max.)		25	Hund säuft Wasser.
7. 3.	} 11	41,2 (Max.)		20	
	11	36,0			
	4	38,4		27	
8. 3.	} 8 (a. M.)	42,3 (Max.)			Hund ist todt.

In allen hier mitgetheilten Experimenten zeigt sich als erste unmittelbare Folge der Trennung des Rückenmarks vom Gehirn eine oft sehr erhebliche Herabsetzung der Temperatur. Dieselbe ist, abgesehen von den Schädlichkeiten der sehr eingreifenden Operation als solcher, offenbar und besonders dadurch bedingt, dass sofort Lähmung der vasomotorischen Nerven eintritt,[1] und in Folge der hierdurch bedingten Erweiterung der Hautgefässe momentan ein bedeutender Wärmeverlust statt hat. Dieses Sinken erreicht einen um so weniger bedeutenden Grad, je schneller man die Ueberführung der Thiere in den warmen Raum bewerkstelligt und je grösser dieselben sind; selten beträgt es über 2 °. Nachdem die Thiere in den Wärmkasten gebracht, fährt die Temperatur noch kurze Zeit hindurch zu sinken fort, beginnt dann (1—4 Stunden nach der Operation) zu steigen; das Steigen der Temperatur geht ziemlich schnell vorwärts, 2 — 6 Stunden nach der Operation überschreitet die Temperatur die normale Grenze, um ihr Maximum, in vielen Fällen Grade ungewöhnlicher Höhe, meist im Augenblick des Todes, zuweilen auch kürzere oder längere Zeit vor demselben ($1^3/_4$—20 Stunden nach der Operation, $1^1/_2$—15 Stunden nach dem Beginn des Steigens[2]) zu erreichen. In drei Fällen, bei Versuch I und III und später bei Versuch XIV wurde eine deutliche postmortale Temperatursteigerung beobachtet.

Ein Ausbleiben jener Temperatursteigerung nach Rückenmarksdurchschneidung wurde in keinem der angeführten Fälle, und überhaupt nirgends da, wo das Thier nicht unmittelbar nach der Operation starb, beobachtet.

Es bleibt die Frage zu erörtern, in wiefern diese Erscheinung wirklich eine Folge der Rückenmarkstrennung ist, oder ob und in wie weit bei dem Zustandekommen derselben die

1) Confer. Ludwig und Thiry, Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Math.-naturwiss. Klasse, 2. Abtheil., Bd. 49. — v. Bezold, Untersuchungen des physiol. Instituts zu Würzburg 1867.

2) Bei der Berechnung der hier angegebenen Stundenzahlen sind gleich die noch später anzuführenden Versuche mit berüchsichtigt. Vergl. die Generalübersicht am Schluss der Arbeit.

anderen auf das operirte Thier einwirkenden Momente, die bedeutende Wunde, die Wärme der umgebenden Atmosphäre, jedes für sich und beides vereint in Betracht kommen.

Dass der Aufenthalt in dem für die Thiere nach der Operation benutzten Wärmkasten an und für sich nicht geeignet ist, eine Temperatursteigerung hervorzurufen, beweisen die folgenden beiden Versuche.

X. Männlicher Hund. 6,6 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
25. 11.	11—45 (a. M.)	39,5	18	30	Thier wird an den Beinen geknebelt in den Wärmkasten gelegt, woselbst es sich ziemlich ruhig verhält.
	12	39,5	18	31	
	1	39,5	70	30	
	2	39,1	160	30	
	3	39,3	170	31	
	4	39,3	160	30	Das Thier wieder aus dem Wärmkasten entfernt vollkommen munter.
26. 11.	12 Mittag.	39,5	18		Rückenmarksquetschung mit vollständigem Erfolg gleich in den Wärmkasten.
	12—45	39,1			
	1—30	37,5		30	
	2	37,5	20	30	
	2—15	37,7			
	3—25	38,9	20	31	
	4—13	39,3	20	30	
	5	40,3	30		
	6	40,9		30	Weiterhin verunglückte der Versuch.
					Section: Der Bogen des 7. Halswirbels war entfernt und hier die Medulla gequetscht.

XI. Männlicher Hund. 10,6 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
27. 11.	11	40,1	36	28	Das Thier wird gebunden in den Wärmkasten gelegt. Fühlt sich in demselben vollkommen wohl.
	12	40,1	80	31	
	1	40,0	200	30	
	3	40,0	200	30	
	4	39,9	180	29	Thier herausgenommen vollkommen munter.
28. 11.	8—30	39,9			
	9—25				Rückenmarksquetschung mit vollständigem Erfolg sofort in den Wärmkasten.
	9—30	37,4	18	29	
	9—40	37,4		26	
	10	37,5		27	
	10—40	38,3		26	
	11—55	40,1	78	28	
	12—48	41,3	160	28	
	2	41,4	200	26	
	3—10	41,65		27	Säuft Milch.
	7—30	42,2	260	30	
	9—30	42,0		30	
29. 11.	12—15 (a. M.)	43,0	46	27	
	6—30	42,5	70	26	
	9— 5	42,1	68	31	
	12	41,9		27	Durch Drücken auf der Harnblasengegend wird Urin entleert derselbe giebt keine stärkereReduction des Kupferoxydes in alkalischer Lösung wie normaler Hundeurin.[1])
	2— 5	42,2		31	
	5—25	42,5		25	
	[illegible]9	42,8		27	
	11	42,6	100	30	
30. 11.	9 (a. M.)	35,8		20	Hund todt, starr.
					Section. Sehr faul, vollständige Quetschung in der Höhe des 7. Halswirbels.

1) Auch in mehreren anderen unserer Versuche konnten wir nach der Halsmarkverletzung Zucker im Urin nicht nachweisen, wie dies in einem analogen Falle beim Menschen Dove (klin. Rep. of London Hosp. 1864) gelang.

Während die Temperatur der gesunden Thiere nach 4 bis 5stündigem Aufenthalt in jenem Raume nicht nur nicht gestiegen, sondern im Gegentheil um ein Geringes gefallen ist, stellt sich bei denselben Hunden schon innerhalb einer kürzeren Zeit nach der Operation eine erhebliche Temperatursteigerung ein.

Auch die Verwundung an und für sich bringt keine so erhebliche Temperatursteigerung zu Wege. Dies geht aus Versuch XII und XIII hervor.

XII. Männlicher Hund. 4 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
10. 11.	1—30 (Nm.)	39,3			
	2				Operation vollständig, jedoch unterbleibt die Quetschung der Medulla, sowie die Eröffnung des Sackes der Dura. Das Thier mit Decken eingewickelt.
	2—30	38,1			
	4	38,9			
	8—10	40,1	180		
	10	40,1			
11. 11.	8—10 (a. M.)	39,9	100		

Namentlich scheint Versuch XIII beweisend. Hier zeigt sich in den neun der ersten, ohne Trennung des Rückenmarkes ausgeführten Operation, folgenden Stunden eine Steigerung um nur 0,6°, während dann bei demselben Hunde nach der Quetschung der Medulla in 1 St. u. 40 M. eine Temperatursteigerung um 2,2° statt hat.

Es ist demnach keinem Zweifel unterworfen, dass die in allen hier angeführten Experimenten mit Quetschung der Medulla beobachtete bedeutende Temperatursteigerung in der That die Folge der Trennung des Rückenmarkes vom Gehirn ist.

XIII. Männlicher Hund. 5,3 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
10. 12.	1 (Nm)	39,6			Operation wird bis auf die Eröffnung des Wirbelcanals und der Quetschung vollständig ausgeführt. Das Thier danach in den Wärmkasten.
	1—30	38,5		30	
	3	39,1		30	
	5	40,2		28	
	7—45	40,5		30	
	10	40,2		29	Hund aus dem Wärmkasten entfernt.
11. 12.	3 (Nm.)	39,5			Quetschung der Medulla mit vollständigem Erfolge.
	3—20	38,7		30	
	3—40	39,3		29	
	4—40	41,7		28	Hund todt, noch nicht starr.

Es lässt sich nun diese Thatsache kaum in anderer Weise erklären, als durch die Annahme, dass im Rückenmark Nervenfasern verlaufen, welche einen Einfluss auf die Wärmeproduction ausüben.

Dass der beobachteten Temperatursteigerung nicht eine Verminderung der Wärmeabgabe auf der äusseren Haut zu Grunde liegt, scheint kaum zweifelhaft. Aus den in Versuch VII angestellten vergleichenden Temperaturmessungen an verschiedenen Körperstellen geht hervor, dass die Temperaturdifferenz zwischen peripheren und centralen Theilen verschwindend klein, also auch die relative Wärme der peripheren Theile, und demnach die Wärmeabgabe vermehrt wird.

Ausserdem beweisen dies die von andern Forschern angestellten, hier einschlägigen Experimente, ebenso wie die Eingangs erwähnten Versuche I und II. Die Trennung des Halsmarkes bewirkt ja in allen diesen Versuchen eine so bedeutende Steigerung der Wärmeabgabe, dass da, wo dieselbe nicht durch zufällig oder künstlich herbeigeführte Bedingungen in besonderer Weise eingeschränkt wird, eine schnelle und fortschreitende Abkühlung der Thiere die fast unausbleibliche Folge ist.

Auch die Annahme, dass eine Verminderung der Wärmeabgabe durch die nach der Rückenmarksdurchschneidung eintretende Erschwerung der Respiration und eine in Folge hiervon geringere Verdunstung in den Lungen die Ursache der beobachteten Temperatursteigerung sei, ist hiernach nicht statthaft. Zum Ueberfluss brachten wir einen Hund, dessen Respiration mechanisch stark beeinträchtigt war, für eine Reihe von Stunden in den Wärmkasten.

XIIIa. Gelber Pinscherbastard 9,5 Kilogr.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkest.	Bemerkungen.
17. 3.	12—30	39,5			Thorax und Oberbauchgegend werden mit einer leinenen Binde fest eingewickelt, so dass nur wenig ausgiebige Respirations - Bewegungen möglich sind. Dann wird der Hund in den Wärmkasten gelegt.
	1—10	39,2	160	29	
	1—40	39,0		30	
	2—40	38,8	160—80	31	
	4	38,75	160	32	
	4—40	38,7	160	30	

Eine Steigerung der Wärme trat hier nicht ein, im Gegentheil: hier wie in Versuch IX und X sank sogar die Körpertemperatur.

Es darf demnach wohl angenommen werden, dass in Folge der Trennung des Rückenmarkes vom Gehirn in der Höhe des 5.—7. Halswirbels eine vermehrte Wärmebildung im Organismus statt hat. Wenig wahrscheinlich ist es nach dem Orte der Quetschung, dass es sich hierbei um eine directe oder reflectorische Erregung eines hypothetischen Wärmecentrums handle. Viel besser begründet scheint die Annahme, dass im Rückenmarke Nervenfasern verlaufen, durch welche ein die Oxydationsprocesse und also die Wärmebildung moderirender Einfluss auf die Organe des Körpers ausgeübt, durch deren Trennung also

eine excessive Entwickelung der wärmebildenden Processe in letzteren ermöglicht wird.[1])

Ist diese Voraussetzung richtig, und verhalten sich, wie wohl anzunehmen, die mit dieser Function betrauten Nervenfasern in Bezug auf ihren Verbreitungsbezirk so wie die übrigen Spinalnerven, so darf man erwarten, dass die Grösse der übermässigen Wärmeproduction d. h. also ceteris paribus die Höhe der erreichten Temperatur in gleichem Verhältniss steht zur Höhe, in welcher die Rückenmarksverletzung statt hat.

Mit Rücksicht auf diese Betrachtung wurden die nachfolgenden Versuche angestellt.

XV. Männlicher Hund. 10 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
6. 1.	8—30	39,1	20		
	9				Rückenmarksquetschung in der Höhe des 1. proc. spin. dors; sofort in den Wärmkasten.
	9—15	38,1		26	
	10	38,3		30	
	12—45	41,4	28	30	
	1—40	41,7		30	
	3	41,3	140	30	
	4	41,0		29	
					Bei der am folgenden Morgen vorgenommenen Quetschung in dem Halstheil stirbt der Hund während der Operation.

1) Wahrscheinlich ist das sehr schnelle Eintreten der Fäulniss in den jener Operation nach dem Eintritt hoher Temperatur erlegenen Thieren auf die schon bei Lebzeiten begonnene excessive Umsetzung der Organe zurückzuführen.

XIV. Männlicher Hund. 12 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
17. 12.	2—30 (Nm.)	39,1	20		
	3				Quetschung des Rückenmarks in der Höhe des 11. Brustwirbels; vollständ. Lähmung der Hinterextremitäten; sofort in den Wärmkasten.
	3— 5	38,3	150	30	
	4	38,8	160	30	
	4—20	39,8			
	7—40	41,2	150	30	
	10	41,1	200	30	Hund aus dem Wärmkasten entfernt frisst und säuft.
18. 12.	12 Mittag.	39,7			Hinterextremitäten viel wärmer anzufühlen als die vorderen.
	1—30				Quetschung in der Höhe des 6. Halswirbels mit vollständigem Erfolg; Vorder- und Hinter-Extremitäten gleich warm anzufühlen; sofort in den Wärmkasten.
	1—50	40,5		30	
	2—22	41,2		30	
	3—20	42,5	88	30	
	3—50	43,3		30	
	4—10	43,7		30	Kurzer etwa 1/3 Min. dauernder Tetanus, Tod. Muskeln erschlafft
	4—13	43;85		30	
	4—22	43,9		30	
	4—27	44,0		30	Beginnende Starre.
	4—38	44,05		30	Starre an den Vorderextremitäten vollkommen.
	4—45	44,1			
	4—57	44,15		30	Starre vollkommen auch an den Hinterextremitäten.
	5—17	44,15 [1])			Section. Totale Quetschung der Medulla in der Höhe des 11. Brust- und 6. Halswirbels. Sehr weit vorgeschrittene Fäulniss; Emphysem der Milz, Leber, Nieren.

1) Es scheinen diese Zahlen geeignet für die Annahme Huppert's zu sprechen, dass die Entwicklung der Muskelstarre von Einfluss auf die postmortale Temperatursteigerung ist.

XVI. Männlicher Hund. 23 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
11. 1. 1869.	8—30	39,6			
	9				Quetschung der Medulla im unteren Brusttheil. Sofort in den Wärmkasten.
	9—5	39,3			
	9—15	38,9		29	
	10	38,95		29	
	11—10	40,2		30	
	1—15	41,2		33	
	2—15	40,9		30	
	2—30	40,7		28	Quetschung im unteren Halstheil mit Erfolg. Sofort wieder in den Wärmkasten.
	3—45	40,5		29	
	3—50	40,9	26	30	
	4—50	41,7	120	29	
	7—40	41,3	36	26	
	10	41,8	62	26	
12. 1.		43,05 (Max.)			
	9 (a. M.)	36,9		21	Tod und starr.
					Section vollkommene Quetschung in der Höhe des 11. Brustwirbels und des 6. Halswirbels.

Diese Versuche zeigen in der That, dass ein erheblicher Unterschied in der Wirkung der Rückenmarkstrennung besteht, je nach der Höhe, in welcher dieselbe vorgenommen wird. Die Temperaturerhöhung tritt weit schneller ein und erreicht weit höhere Grade, wenn die Trennung im Halstheile als wenn sie im untern Brusttheile der Medulla statt hat.

Es sind also die Resultate dieser hier angeführten Experimente wohl geeignet, die oben ausgeführte Annahme zu unterstützen. Sie sprechen dafür, dass im Rückenmarke Nervenfasern verlaufen, durch welche vom Gehirn aus ein moderirender Einfluss auf die wärmebildenden Processe im Organismus ausgeübt wird. (Forts. S. 198.)

Tabellarische Zusammenstellung der Versuche mit Rückenmarkstrennung und nachfolgender Temperatursteigerung.

Nr. des Versuchs.	Art.	Körpergewicht in Kilogr.	Art der Verletzung.	Ort der Verletzung.	Normaltemperatur des Thieres.	Niedrigste beobachtete Temp.		Höchste beobachtete Temperatur.			Tod		Steigerung über die Normaltemperatur.
							Stund. nach der Operation.		Stund. nach der Operation.	Stund. nach Beginn des Steig.	bei °	Stund. nach der Operation.	
II	Pinscher	9	Quetschung des Rückenm.	6. Halsw.	39,7 °	35,3 °	9	44,0 °	20	9		ca. 20	+ 4,3 ° C.
III	Wachtelhund	10½	Quetschung des Rückenm.	5. Halsw.	38,7 °	35,7 °	1	40,7 °	7	5	40,7	7	+ 2,0°
IV	Junger Bastardhund	5½	Quetschung des Rückenm.	6. Halsw.	39,6 °	39,1 °	½	42,4 °	11	10½		ca. 11	+ 2,8°
V	Junger Jagdhund	7,8	Quetschung des Rückenm.	6. Halsw.	40,1 °	37,1 °	1	42,1 °	6	5½	41,9	18	+ 2,0°
VI	Fleischerhund	30	Quetschung des Rückenm.	6. Halsw.	39,2 °	38,2 °	1	42,8 °	6	5	42,8	6	+ 3,6°
VII	Junge Dogge	7	Durchschneid. des Rückenm.	6. Halsw.	38,9 °	35,5 °	½	42,6 °	7—11	6—10		11—20	+ 3,7°
VIII	Schäferhund	15	Quetschung des Rückenm.	6. Halsw.	39,7 °	38,7 °	¼	44,4 °	30—36			30—36	+ 4,7°
IX	Pinscher	6	Quetschung des Rückenm.	6. Halsw.	39,4 °	38,1 °	½	42,3 °	ca. 36	ca. 36			+ 2,9°
X	Pinscher	6,6	Quetschung des Rückenm.	7. Halsw.	39,5 °	37,5 °	1	40,9 °	5½	4	durch Zufall †		+ 1,4°

XI	Neufundländ. Bastard	10,6	Quetschung des Rückenm.	7. Halsw.	40,1°	37,4°	1/2	43,0°	15	14 1/2		ca. 40	+ 2,9°
XIII	Glatthaariger Hund	5,3	Operat. an den äuss. Theilen		39,6°	38,5°	1/4	40,5°	6				(+ 1,1°)
	20 St. später		Quetschung des Rückenm.	6. Halsw.	39,5° [1]	38,7°	1/4	41,7°	1 3/4	1 1/2	41,7	1 3/4	+ 2,2°
XIV	Spitzbastard	12	Quetschung des Rückenm.	10. Brustw	39,1°	38,3°	1/4	41,2°	4 3/4	4 1/2			(+ 2,1°)
	22 St. später		Quetschung des Rückenm.	6. Halsw.	40,2° [1]	40,5°	1/4	44,15°	3 3/4	3 1/2	43,7	3	(+ 3,95°) + 5,05° [2]
XV	Schlanker Pinscher	10	Quetschung des Rückenm.	11. Brustw	39,1°	38,1°	1/4	41,7°	4 1/2	4			(+ 2,6°)
XVI	Kettenhund	23	Quetschung des Rückenm.	10. Brustw	39,6°	38,9°	1/4	41,2°	4 1/4	4			(+ 1,6°)
	6 St. später		Quetschung des Rückenm.	6. Halsw.	40,9° [1]	40,5°	1/4	43,05°	8—20	8—20		8—20	(+ 2,15°) + 3,45° [2]

Nimmt man das Mittel aus den 12 Versuchen mit Rückenmarksquetschung in der Höhe des 5. bis 7. Halswirbels, so ergiebt sich eine mittlere Steigerung um 3,2° C. über die Norm.

---

1) Hier ist jedesmal unter Normaltemperatur die vor dem Beginn der zweiten Operation beobachtete verstanden.

2) Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich hier auf die vor dem Beginn der zweiten Operation bestehende Temperatur als Normaltemperatur, die nicht eingeklammerten auf letztere selbst. Uebrigens sind die in Klammern stehenden Zahlen bei der obigen Durchschnittsberechnung überhaupt nicht benutzt.

Ob diese Fasern eigenthümliche, vielleicht die schon längst sogenannten trophischen Nervenfasern sind, oder ob vielleicht die vasomotorischen Nervenfasern in directer oder durch den Einfluss, welchen sie auf den Contact zwischen dem in den Capillargefässen strömenden Blut und den Geweben ausüben, in indirecter Weise dieser Function vorstehen, für die Entscheidung dieser Frage geben die vorstehend mitgetheilten Versuche keinen Anhaltspunkt.

Immerhin ist der Nachweis des eben besprochenen Einflusses des Centralnervensystems und der Bahnen, auf welchen derselbe geleitet wird, nicht ohne Interesse. Namentlich dürften mannigfache altbekannte Erfahrungen aus dem Gebiete der Pathologie auf Grundlage der Erkenntniss desselben verständlich werden.

Die in obiger Arbeit mitgetheilten Experimente sind in der hiesigen Anatomie, deren Benutzung uns Herr Professor Reichert in liberalster Weise gestattete, ausgeführt.

Berlin, März 1869.

Nachtrag.

Soeben geht uns in Nr. 17 des „Centralblatts für die medic. Wissenschaften" redigirt von Rosenthal (vom 10. April 1869) eine vorläufige Mittheilung von Fischer in Breslau zu betitelt: Ueber den Einfluss der Rückenmarks-Verletzungen auf die Körperwärme. Dieselbe veranlasst uns darauf aufmerksam zu machen, dass die Resultate unserer Arbeit bereits in einem Vortrage des einen von uns in der Berliner medicinischen Gesellschaft am 27. Januar 1869, welcher in Nr. 11 der Berliner klinischen Wochenschrift (vom 15. März) referirt ist, mitgetheilt sind. Wir können unser Erstaunen nicht unterdrücken, dass der Verfasser diese Mittheilung, die ihm doch nicht unbekannt

geblieben sein sollte, nicht berücksichtigt hat. Er würde unter Benutzung der von uns angewendeten Hülfsmittel zu schlagenderen Resultaten gekommen sein.

Eine Kritik der so von ihm gewonnenen Resultate ist nach der Unvollständigkeit jener „vorläufigen Mittheilung" vorläufig nicht möglich.

Berlin, am 10. April 1869.

N. u. Q.

Ueber eine Hemmungs-Bildung des Amnion bei einem menschlichen Foetus, verbunden mit anderweitigen Missbildungen.

Von

Dr. Eduard Thorner,
pract. Arzt zu Berlin.

(Hierzu Tafel VI. A.)

Hemmungs-Bildungen des Amnion sind bisher wenig beschrieben worden. Desto mehr Beachtung scheint mir ein menschlicher Foetus zu verdienen, der durch die Güte des Herrn Dr. Rieck zu Köpenick dem Berliner anatomischen Museum überliefert wurde. Er zeigt ein Verhalten, wie es meines Wissens überhaupt noch bei keinem Säugethiere beobachtet worden ist. — Herr Professor Reichert hat die Güte gehabt, mich zur Beschreibung dieses Foetus aufzufordern — die höchst interessante Geburtsgeschichte des Falles zu veröffentlichen, hat Herr Dr. Rieck versprochen.

Der mir zur Untersuchung übergebene 8 Monate alte Foetus misst vom Scheitel bis zum Rumpfende 26 Cm. Der Kopf erscheint durchaus wohlgebildet, und ist mit schwarzem reichlichen Wollhaar bedeckt. Seine Maasse sind: vordere Querdurchm. = $7^3/_4$ C. hintere Querdurchm. 8 C. Abstand der kleinen Fontanelle von der Glabella 10 Cm. Im Gesicht erscheint die Nase breitgedrückt, die Nasenknorpel sind wenig

entwickelt, Hasenscharte existirt nicht. Ebenso wenig findet sich Coloboma palpebrarum oder iridis. Auch am Halse ist keine Abnormität vorhanden. Die processus spinosi der Halswirbel sind gut zu fühlen. Beide oberen Extremitäten sind wohlgebildet, waren aber — wohl aus geburtshilflichen Rücksichten vom Rumpfe getrennt worden. Der Thorax erscheint schmal und zeigt die Form des pectus carinatum. Die linke Thoraxhälfte ist etwas stärker entwickelt als die rechte. Alle bisher genannten Theile sind von normaler Haut überzogen.

In der Regio epigastrica nun setzt sich diese scharf gegen das Amnion so ab, dass die Grenzlinie in folgender Weise verläuft: Beginnen wir ihren Verlauf von der Medianlinie 2 Cm. unterhalb der Spitze des processus xiphoides zu verfolgen, so zieht sie rechts um das Abdomen, um fast genau gegenüber ihrem Anfang hinten die Wirbelsäule zu erreichen. Links steigt dieselbe von der Medianlinie in einem nach unten und vorn concaven Bogen bis zu einem dem missgebildeten Becken angehörigen Knochenvorsprunge herab, um sich dann wieder in die Höhe zu schlagen und am Rücken ziemlich horizontal verlaufend in die bereits beschriebene, die rechte Körperseite umgreifende Linie überzugehen. Der auf diese Weise gebildete nach oben concave Bogen ist auf Fig. II bei *h* sichtbar.

Von der gedachten Grenze aus gehen zwei den serösen Häuten äusserlich höchst ähnliche Membranen ab, die, obwohl fest auf einander liegend und scheinbar zusammen gehörig, doch verschiedenen Primitiv-Organen zugezählt werden müssen. Die innere Membran stammt vom Wirbelsystem und vertritt die ganze Bauchwand — mit Ausnahme der Haut. Sie stellt einen nach unten geschlossenen, an der Vorderfläche in ganzer Ausdehnung gespaltenen Sack dar, der nach unten das missbildete Becken wenig überragt, und in seinem Innern die Bauch-Eingeweide aufnimmt. Die äussere Membran stammt vom Hautsystem und ist das Amnion, das vorn 11, hinten 10 Cm. von der oben erwähnten Grenze herabsteigt, um nach unten frei zu enden. Wie aus der Betrachtung der Theile unzweifelhaft hervorgeht, ist die freie Endigung nach unten künstlich erzeugt: durch einen Riss des Amnion entstanden; ursprünglich

war das Amnion überall mit der Placenta Fig. I *p* in Verbindung, wie dies allseitig der Placenta adhärirende Membranen beweisen. Es hatte sich somit in unserem Fall das Amnion statt über dem Rücken des Foetus über der Bauchfläche desselben zu einem Sacke geschlossen.

Wird der Foetus auf die linke Seite gelegt, so sieht man einen Amnionstreifen herabziehen, der bei einer Länge von 28 Cm. eine Breite von 10 Cm. besitzt. Rechts dagegen geht ein Stück herunter 33 Cm. lang und 7 Cm. breit.

Ich habe die Maasse so genau angeführt, um eine ungefähre Grössenschätzung der seiner Zeit vom Amnion über dem Bauch des Foetus gebildeten Blase zu ermöglichen. Dass in der That innerhalb des Uterus das Amnion eine gespannte Blase constituirte, ist dadurch bewiesen, dass bei straffer Spannung des Amnion an seiner äusseren Fläche Chorionzotten sichtbar werden.

Die Placenta (Fig. I. *p*) besteht aus 11 Cotyledonen und hat die Form eines Ovals. Zum grössten Theil hängt sie noch am Amnion. Die Nabelschnur inserirt der Placenta marginal. Sie verläuft in der Wandung des Amnion auf der linken Seite, einen 14 Cm. langen, nach unten concaven Bogen beschreibend. Aeusserst arm an Binde-Gewebe besteht sie nur aus zwei Gefässen: einer Arterie und einer Vene. Einen Allantois-Stiel, welcher aus theoretischen Gründen in ihr vermuthet werden musste, zu finden gelang mir nicht. Die Arteria umbilicalis ist die directe Fortsetzung der Aorta. Die Vene zieht zur Leber, um in die linke Längsfurche einzutreten. Hier verengt sich ihr Lumen sehr bedeutend. Im weiteren Verlauf tritt sie als Ductus venosus Arantii zur V. cava inf.

Links 11 Cm. unter dem Acromion befindet sich ein Gebilde von eigenthümlicher Form, das beide unteren Extremitäten und das ganze Becken repräsentirt. Mit normaler Haut überzogen lässt es sich von der linken Rumpfseite des Foetus, der es anliegt, bis zu einem rechten Winkel abziehen.[1])

---

1) Obwohl die dicht an einander grenzenden Hautflächen des Thorax und des so eben beschriebenen Theiles zu keiner Zeit durch

An der Basis mit einer Breite von 7 Cm. beginnend, steigt dasselbe 10 Cm. in die Höhe, um sich oben etwas verjüngt in zwei Theile zu spalten. Der vordere dieser Theile hat bei 3 Cm. Umfang eine Länge von 5 Cm. Er endet oben in eine halbscharfe Spitze (Fig. II *a*) von Knochenhärte. Der hintere Theil geht 3 Cm. in die Höhe, um dann (Fig. II *c*) nach unten umzubiegen und so 6 Cm. weit fortzuziehen. Dann biegt er in einem missbildeten Fuss (Fig. II *b*) um, der in eine Zehe endet. An dieser Zehe ist das Nagelbett gut sichtbar, ein ausgebildeter Nagel selbst fehlt. An der Basis des hinteren Theils befindet sich eine Hautpapille (Fig. II *d*), die ich als Andeutung eines Theils der unteren Extremität auffasse.

Der zweite Fuss, der dem Beschauer die Sohle zukehrt (Fig. II *e*), inserirt sich ungefähr in der Mitte des beschriebenen Gebildes. Er endet in zwei mit Spuren von Nägeln versehene Zehen. Ziemlich dicht unter diesem Fusse liegt der kleine Penis (Fig. II *f*).

Derselbe ist vollständig normal: Die corpora cavernosa penis sind durch ein deutliches Septum geschieden, das corpus cav. urethrae wird von der Harnröhre durchzogen. Eine sich in ein wohlgebildetes Praeputium, an dem auch das Frenulum zu erkennen ist, fortsetzende normale Haut überzieht diese Theile.

Unterhalb des Penis bildet sie einen kleinen leeren Hodensack (Fig. II *i*). Darüber mündet der After *g*.

Die näheren anatomischen Verhältnisse der missbildeten unteren Extremitäten sind folgende:

Beide Ossa coxae liegen zu einem Knochenstück untrennbar vereinigt links von der Medianlinie; mit ihnen articuliren zwei Oberschenkelbeine, welche zusammen mit dem Becken den ungespaltenen unteren Theil des unteren Extremitäten-Gürtels ausmachen. Diese Knochen als Ossa femoris articuliren ihrer-

---

Fruchtwasser getrennt sein konnten, ist doch keine Spur von Verwachsung nochweisbar. Es wird somit durch unseren Fall die im Naegele-Grenser'schen Lehrbuch der Geburtshilfe 5. Aufl. S. 97 enthaltene Interpretation der Morlanne'schen Beobachtung nicht bestätigt.

seits wieder mit einfachen Röhrenknochen. Der eine von diesen bildet die oben erwähnte in obstetricischer Beziehung so höchst wichtige Knochenspitze (Fig. II *a*), der andere articulirt bei *c* in irregulärer Weise mit dem missbildeten Fusse *bnc*. Es entsprechen somit die diese Knochen enthaltenden Theile den Unterschenkeln, trotz des gänzlichen Mangels der fibulae, wenn man den einen vorhandenen Knochen für die Tibia nimmt. Auch befindet sich nur der eine Unterschenkel in Articulation mit seinem Fusse, zwischen dem anderen dagegen und dem zweiten Fusse (Fig. II *e*) ist gar keine Knochenverbindung nachweisbar.

Was die inneren Organe anbetrifft, so ergab die anatomische Untersuchung der Brusthöhle keine nennenswerthe Abnormität. Die Bauchhöhle zeigt Folgendes: Die Leber (bei Fig. I *l* die häutigen Bedeckungen hervorwölbend) ist sehr gross; der nach links von der Gallenblase belegene Theil des rechten Lappens ist an seiner vorderen Fläche total mit dem Amnion verwachsen. Der linke Leberlappen ist durch eine sehr tiefe Furche vom rechten geschieden, in welcher die V. umbilicalis verläuft. Auch die 7 Cm. lange und $2^1/_2$ Cm. breite Milz ist in der oberen Hälfte der äusseren Fläche in fester Verbindung mit dem Amnion. Der Dünndarm ist stark entwickelt und setzt sich gegen das Colon deutlich ab. Der Processus vermiformis ist sehr lang. Das Colon transversum zieht nach links und hinten, um dann unter Bildung eines nach unten convexen Bogens ins Rectum überzugehen. Das Rectum seinerseits mündet als After oberhalb des Penis (Fig. II *g*). Die extraperitonealen Viscera liegen folgendermaasen.

Beide Nieren sind von ungleicher Grösse. Die grössere liegt ganz links. Von ihr zieht ein Ureter zur Harnblase, dessen Mündung in derselben sichtbar ist. Rechts von dieser Niere aber immer noch links von der Wirbelsäule liegt die zweite Niere, die mit der vorigen durch Bindegewebe innig verwachsen ist. Diese Niere entbehrt des Ausführungsganges. Die Blase ist sehr versteckt, sie wurde erst spät vor dem linken Os ischii gefunden. An ihrer Innenfläche erblickt man zwei Oeffnungen, die der Urethra und die des linken Ureter, die

des zweiten Ureter fehlt. Keimbereitende Organe oder Ausführungsgänge derselben aufzufinden gelang mir nicht.

Stellen wir die anatomischen Abweichungen des Foetus nach den Primitiv-Organen geordnet zusammen, wobei es der Uebersicht halber gestattet sei auch bereits Gesagtes kurz zu recapituliren, so ergiebt sich Folgendes:

Hautsystem.

Dasselbe zeigt die wichtigsten Abnormitäten. Der Abschluss am Nabel ist ausgeblieben, die Dependenz der Haut, das Amnion, hat sich statt über den Rücken nach vorn geschlossen.

Wirbelsystem.

Es besteht Bauchspalte, sowie Spina bifida der Sacralwirbel. Der untere Extremitäten-Gürtel zeigt das beschriebene ganz abnorme Verhalten.

Harnwerkzeuge.

Ausser der Lage der Nieren: ganz nach links ist der Mangel des rechten Ureter bemerkenswerth.

Geschlechts-Organe.

Keimbereitende Organe wurden nicht gefunden. Soweit die Bildung der Geschlechtstheile von der Haut und dem Wirbelsystem abhängt, sind dieselben nach dem männlichen Typus entwickelt.

Gefässsystem.

Die Aorta geht unmittelbar in die A. umbilicalis über. Ausserdem sind nicht näher untersuchte Abnormitäten durch die Verbildung der unteren Extremitäten bedingt.

Nahrungs-Canal mit Anhängen.[1]

Nur das Rectum ist etwas dislocirt.

Die wichtigste der vorliegenden Missbildungen scheint mir die abnorme Lage des Amnion zu sein. Daneben bestehen

1) Das Nervensystem wurde nicht untersucht.

Verbildungen des Wirbelsystems. Es fragt sich nun: hat die Missbildung des Amnion die des Wirbelsystems bedingt? Ich nehme dies an, und zwar aus folgenden Gründen: Das Wirbelsystem ist am Kopfende des Foetus sehr gut entwickelt, nirgends findet sich hier eine Bildungs-Hemmung. Nichts desto weniger hat eine Kopfscheide des Amnion total gefehlt. Es liegt also nahe, das Amnion als den primär mangelhaft entwickelten Theil anzusehen, der secundär am unteren Ende des Foetus, wo die Anhäufung von Bildungsmaterial das Zustandekommen von Missbildungen begünstigt, die Verbildung des Wirbelsystems, die ich als eine consecutive ansehe, herbeiführte. Die Frage weshalb hier eine Hemmungs-Bildung des Amnion vorliegt, zu beantworten, fühle ich mich ausser Stande.

Sei es mir zum Schluss nur gestattet daran zu erinnern, dass das Amnion überhaupt Eigenthümlichkeit der höheren Wirbelthiere ist, und dass bereits eine Beobachtung des Professor Reichert über rudimentäre Entwicklung des Amnion beim Vogel vorliegt.[1])

1) Archiv für Anat. und Phys. 1861. S. 280.

Physiologisch-anatomische Studien über die Brust- und Bauchmuskeln der Vögel.

Nach einer von der königl. medicinischen Facultät zu Breslau gekrönten Preisschrift.

Von

Dr. H. Magnus,
pract. Arzt zu Breslau.

(Hierzu Tafel VII.)

Brustmuskeln.[1]

Es lassen sich am Vogelthorax zwei, sowohl anatomisch wie physiologisch scharf gesonderte Muskelgruppen unterscheiden, deren eine die den Humerus bewegenden Muskeln umfasst, also als Gruppe der Flugmuskeln bezeichnet werden kann, während die andern nur die auf die Rippen wirkenden Muskeln enthält, also als Gruppe der Respirationsmuskeln

1) Abbildungen über diese Muskeln haben:

d'Alton. De Strigum musculis commentatio Halis. 1837.

Owen. Memoir on the Apteryx australis. From the Transact. of the Zoolog. Soc. III. 1844 pag 276 — 277.

Gurlt Anatomie der Hausvögel Berlin 1849.

Wagner. Icones zootomicae. Leipzig 1841. Tab. XII. (Enthält Abbildungen nach d'Alton)

Isis Heft VII. 1833 Enthält Abbildungen der Brustmuskeln von Anas-boschas.

Magnus De musculis costarum sternique avium Breslau 1867.

aufgefasst werden kann. Es lässt sich diese scharfe Trennung nur bei den Vögeln durchführen, da bei den meisten anderen Klassen der Vertebralen die von der Brust zum Oberarm gehenden Muskeln eine doppelte Wirkung haben können, je nachdem ihr Punctum fixum Rippen und Brustbein oder Oberarmbein bildet. Es erklärt sich aber diese scharfe Trennung sehr leicht und ungezwungen aus den so wesentlich modificirten Lebensbedingungen des Vogelorganismus; eine wenn auch nur oberflächliche Betrachtung des Vogelthorax und dessen Mechanik wird daher zum besseren Verständniss der Function der einzelnen Muskeln und Muskelgruppen unerlässlich sein.

Es weicht der Vogelthorax, sowohl in seinen anatomischen, wie physiologischen Verhältnissen auf das Entschiedenste von dem aller andern Wirbelthiere ab. Den knöchernen Brustkorb charakterisirt vor Allem das colossal entwickelte breite, schildförmige Sternum, sowie die knöchernen an Brustbein und Rippen eingelenkten Brustbeinrippen und die hakenförmigen Processus uncinati der Rippen. Das wenn auch nicht vollkommen fehlende, so doch nur höchst rudimentär angedeutete Zwerchfell und die verhältnissmässig kleinen Lungen vervollständigen dies eigenthümliche, charakteristische Bild des Vogelthorax. Während bei den Mammalia der Brustkorb bei der Inspiration sowohl als Ganzes, wie auch in seinen einzelnen Theilen leicht gehoben und ausgedehnt wird, ist bei den Vögeln die Bewegungsfähigkeit des Thorax als Ganzes eine so unbedeutende, dass man sie ruhig ignoriren kann, während dagegen die Motilität der einzelnen Theile derselben, speciell der Rippen und Brustbeinrippen, eine sehr ausgesprochene ist. Die bedeutend herabgesetzte Beweglichkeit des Sternum bedingt die geringe Bewegungsfähigkeit des Thorax im Ganzen. Das sehr breite und starke Brustbein verhindert schon einmal durch seine bedeutende Entwickelung eine grössere Beweglichkeit und andrerseits fehlen ihm auch die bewegenden Muskeln. Heber des Brustbeins, wie wir sie bei den Säugern als Sterno-cleido-mastoideus finden, entbehren die Vögel vollständig und mit ihnen natürlich auch jede ausgiebigere Bewegung des Sternum nach dieser Seite hin. Auch von einer Depression des Brustbeins

möchte ich nicht reden, trotzdem Tiedemann[1]) eine solche annimmt. Es könnte dieselbe nur von dem Musculus rectus abdominis bewirkt werden, doch lassen sich hiergegen sehr gewichtige Momente anführen.

Vor allen Dingen ist es die schwache Entwicklung dieses Muskels selbst, der häufig kaum bis in die Mitte des Abdomen reicht, wo er sich an eine dünne Membran ansetzt, welche die ihm octroyirte Function etwas illusorisch erscheinen lässt. Ferner gestattet die Unbeweglichkeit der Rücken- und Lendenwirbelsäule eine beträchtlichere Contraction des Rectus und Depression des Sternum keinen Falles; es müsste bei einer solchen sich die Wirbelsäule in ihrem Rücken- und Lendentheil nach vorn beugen, d. h. concav werden können, was bei der starren Unbeweglichkeit desselben fast unmöglich wird. Diese Betrachtung führte auch Vicq d'Azyr fälschlich zu der Behauptung, die Vögel entbehrten überhaupt gänzlich dieses Muskels. Ferner entspringen am oberen Rand des Brustbeins jederseits die an die Trachea tretenden Musculi tracheales, welche natürlich bei einer irgendwie bedeutenderen Bewegung desselben nach unten sammt der Trachea sehr stark gezerrt werden würden.

Eine Wirkung der Musculi pectorales auf das Brustbein kann wohl füglich nicht angenommen werden, da der Humerus der Vögel nie in dem Grade fixirt werden kann, dass er als Punctum fixum für diese Muskeln dienen könnte. Während bei den Mammalia durch die festere Verbindung zwischen Rippenknorpeln und Brustbein, letzteres den Bewegungen jener folgen muss, so setzt die gelenkige Bewegung zwischen Brustbeinrippen und Sternum bei den Vögeln auch diese passive Bewegung des Brustbeins gleich Null. Es geht also aus den soeben besprochenen Verhältnissen hervor, dass die Beweglichkeit des Brustbeins im Vogelthorax eine nur unbedeutende sein kann; ich möchte nur eine Bewegung desselben gelten lassen, und das ist ein Nachaussendrängen des Sternum, bedingt durch die Füllung der unter ihm liegenden bedeutenden Luftsäcke.

1) Tiedemann. Anatomie und Naturgeschichte der Vögel. I. pag. 627.

Diese minimale Bewegungsfähigkeit des Brustbeins bietet den starken Flugmuskeln eine sichere feste Basis zur Entfaltung ihrer Wirksamkeit. Sie wird aber vollkommen ausgeglichen durch die freie Beweglichkeit der Rippen und Brustbeinrippen und die gelenkige Verbindung der letzteren mit dem Sternum; es gestattet dieselbe den Rippen eine viel grössere Bewegungsfähigkeit, als diesen bei einer auch mit einem weniger ausgebildeten Brustbein bestehenden festen ungelenkigen Verbindung möglich wäre. Die Hauptbewegung der Rippen, wie der Brustbeinrippen ist ein Heben derselben, während die Drehung nach aussen eine eingeschränktere ist; die Richtigkeit dieser Behauptung setzt der Bau sowohl der Sterno-costal- wie Costovertebral-Gelenke ausser Zweifel. Es sind beides Ginglymi, in denen die Bewegung um eine quer von aussen nach innen, bei dem Costo-vertebral-Gelenk von vorn nach hinten laufende Axe geschieht. Starke Kapselbänder lassen nur schwer eine Bewegung in einer anderen Richtung zu. Dagegen gestattet das Gelenk zwischen Rippen und Brustbeinrippen auch eine Bewegung der in ihm sich treffenden Rippen nach Aussen. Es ist also die Bewegung der Rippen im Ganzen betrachtet eine starke Elevation mit mässiger Rotation derselben nach aussen. Die feinste und ausgiebigste Bewegung zeigen die Brustbeinrippen und der vordere Theil der eigentlichen Rippen, während ihr hinterer an die Wirbelsäule stossender Theil eine nur unbedeutende Motilität aufweisst. Es ist dies eine Thatsache, die, wie wir sogleich sehen werden, mit dem Bau der im Thorax liegenden Organe zusammenhängt. Die Bewegung der Rippen wird durch ein System sehr kräftiger Levatores ausgeführt, welche sich hauptsächlich um die vorderen Enden der Rippen bis an die Processus uncinati hin gruppiren, und besonders auf diesen Theil wirken. Die hintere Portion der Rippen dagegen besitzt nur schwach entwickelte, in die Intercostalmuskeln übergehende Levatores. Die Bewegung der Brustbeinrippen übernimmt ein an ihrer inneren und äusseren Seite sich findender kräftiger Muskel.

Das soeben Gesagte gilt nur von den wahren mit Brustbeinrippen in Verbindung stehenden Rippen; die Halsrippen;

dagegen, deren Zahl von 1 — 3 jederseits schwankt, weichen ganz bedeutend davon ab. Es sind dies kleine, dünne Knochenleisten, welche keinen Processus uncinatus tragen und sich mit keiner Brustbeinrippe in Verbindung setzen. Ihre Verbindung mit der Wirbelsäule gestattet ihnen keine bedeutende Beweglichkeit, welche durch ein System sehr kräftiger Heber noch bedeutend erhöht wird. Die untere falsche Rippe, die sogenannte Bauchrippe, ist in ihren Bewegungen von den wahren Rippen nicht verschieden.

Es füllen den soeben geschilderten Brustkorb die Lungen, das Herz, die Leber, ein Theil des Magens aus und ausserdem noch grosse geräumige häutige Säcke, Luftsäcke. Die relativ kleinen Lungen liegen längs der Wirbelsäule im hinteren Raum des Thorax und erreichen kaum die Mitte der wahren Rippen. Sie sind durch eine schwache Bindegewebsschicht fest an Wirbelsäule und Rippen geheftet, so dass man an ihnen tiefe Einschnitte der letzteren wahrnehmen kann. Ihre vordere Fläche überzieht eine dünne sehnige Membran, in der sich starke Muskelbündel, die sogenannten Lungenmuskeln, ausbreiten, welche von der Innenfläche der wahren Rippen, nahe deren Ende entspringen und die man als Analogon des Zwerchfells betrachtet. Aus der festen Verbindung der Lungenflügel mit dem hinteren Theil der Rippen ergiebt sich natürlich, dass deren Ausdehnungsfähigkeit eine nur beschränkte, ganz von der Beweglichkeit dieses Rippentheils abhängige sein kann. Einigermaassen ausgeglichen wird dieses für die Capacität der Lungen so ungünstige Moment durch die Lungenmuskeln, die durch ihre Contraction die Lungen erweitern. Da trotz dieser herabgesetzten Functionsfähigkeit der Lunge der ganze Stoffwechsel im Vogelorganismus doch ein sehr lebhafter und reger ist, so muss irgend ein anderer Factor in demselben wirken, welcher dieses ungünstige Verhältniss neutralisirt. Einen solchen finden wir auch in dem System der Luftsäcke. Es haben dieselben nicht blos den Zweck durch Aufnahme von Luft den Vogelkörper zum Fluge zu befähigen, sondern sie übernehmen auch einen grossen Antheil der Lungenarbeit; es geht in ihnen ein sehr lebhafter Austausch zwi-

14*

schen den Blutgasen und der athmosphärischen Luft vor sich. Es ist also im Vogelorganismus der eigentliche Hauptzweck der Lungen, die mit ihnen communicirenden Luftsäcke zu füllen, während ihre bei den Säugethieren so wichtige respiratorische Function hier mehr in den Hintergrund tritt. Die grösste geräumigste Luftzelle finden wir an den Seiten des Thorax bis in's Abdomen herabsteigend; und bedingt ihre wechselnde Füllung und Entleerung eine lebhaftere Bewegung der sie bedeckenden Brustwandung, also des vorderen Endes der Rippen und der Brustbeinrippen. Es erklärt also die Lage der Lunge und des grossen Brustluftsackes die grosse Beweglichkeit der Brustbeinrippen und des vorderen Theils der wahren Rippen und die herabgesetzte Motilität des hinteren Theils derselben. Cuvier[1]) vergleicht den Bau und die Bewegungen des Vogelthorax mit einem Blasebalg; die hintere Thoraxwand stellt die eine unbewegliche Seite desselben vor, die vordere Wand, also das Brustbein, die andere, während die Seitenwände das Leder derselben darstellen, welches die Hauptbewegungen ausführt. Es ist dieser Vergleich, wenn auch ein wenig drastisch, doch so treffend gewählt und veranschaulicht die Bewegung des Brustbeins so deutlich, dass ich ihn anzuführen nicht unterlassen wollte.

Wenden wir uns nun, nachdem wir die mechanischen Verhältnisse einer kurzen Untersuchung gewürdigt, zur genaueren Beschreibung der Flugmuskeln.

A. Gruppe der Flugmuskeln.

Es umfasst diese Gruppe ein doppeltes Muskelsystem, nämlich einmal die Muskeln, die von Brustbein und Schlüsselbein entspringen und dann die von Schulterblatt und Wirbelsäule kommenden; ebenso wie in ihren anatomischen Verhältnissen unterscheiden sich diese beiden Systeme auch in ihren Wirkungen. Die dem Rücken angehörenden Muskeln, als Latissimus dorsi und die Schulterblattmuskeln ziehen hauptsächlich

---

1) Cuvier. Vorlesungen über comparative Anatomie. IV. p. 205.

den Humerus nach hinten gegen den Rumpf, legen also den zum Fliegen entfalteten Flügel zusammen. Die der vorderen Brustwand angehörigen Muskeln, welche wir einer genaueren Untersuchung unterwerfen wollen, entfalten dagegen die Flügel und befähigen sie zu den verschiedenen Flugbewegungen.

Wir zählen 4 Muskeln dieser Gruppe, welche theils vom Sternum, theils vom Os coracoideum entspringen und sich an den Humeruskopf inseriren. Ihre Insertionspunkte liegen theils an der oberen, theils an der inneren, theils an der äusseren Fläche des Humerus und können sie somit den Oberarm nach den verschiedensten Richtungen hin drehen und wenden. Ich möchte dieselben unter dem Namen System der Musculi pectorales zusammenfassen, weil sie sich nach meiner Ansicht besser als einzelne selbstständig gewordene Portionen des grossen Brustmuskels auffassen lassen, als besondere neue Muskeln. Es bedingt die ganz besonders ausgesprochene Bewegungsfähigkeit des Humerus diese Zerspaltung des Pectoralis major; auch bei den übrigen Vertebralen finden wir diesen Muskel, je nach der Thätigkeit ihrer Extremitäten, in den verschiedensten Variationen und lassen sich schon hier einzelne fast selbstständig gewordene Portionen desselben erkennen.

Einen Muskel (Pectoralis medius) dieser Gruppe deutet Meckel[1]) auf dieselbe Weise. Es sind die 4 Muskeln dieses Systems folgende: Pectoralis major s. primus, Pectoralis medius s. secundus, Pectoralis minimus s. tertius, Pectoralis quartus.

Pectoralis major s. primus.

Es ist der oberflächlichste Muskel dieser Gruppe und zeichnet sich zugleich durch seine enorme Entwicklung sowohl vor den Muskeln seiner Gruppe, als vor denen der übrigen Körpertheile ganz bedeutend aus. Er entspringt von der äusseren Fläche der Furcula, von der zwischen Sternum, Furcula und Os coracoideum ausgespannten Membran, von der Crista

---

1) Meckel. System der vergleichenden Anatomie. Tom. III. pag. 318.

sterni, von dem unteren Theil der vorderen Brustbeinfläche, von den Processus laterales postici sterni und der die Ausschnitte des hinteren Brustbeinrandes ausfüllenden Membran. Er inserirt sich in ziemlich breiter Ausdehnung am Tuberculum superius humeri und der von diesem ausgehenden Crista und schickt eine dünne Membran an das Tuberculum inferius humeri, so wie an den Schulterluftsack, welcher also durch Contraction des Pectoralis erweitert werden kann. Als accessorische Muskelbündel des Pectoralis müssen noch die an die Haut tretenden Fasern betrachtet werden, von denen das eine Bündel parallel dem unteren Rand des Pectoralis vom Humerus entspringend zur Brusthaut verläuft, während das andere vom Os coracoideum als selbstständiger Muskelbauch entspringend vom Pectoralis Verstärkungsfasern bezieht und zur Armhaut geht. Das erstere Bündel habe ich besonders scharf bei Picus ausgeprägt gefunden, während das andere sich bei den Fringillen recht entwickelt zeigt. Beide fungiren als Hautmuskeln. Der Verlauf der einzelnen Muskelfibrillen des Pectoralis ähnelt dem der anderen Vertebralen ganz ungemein; sie drängen sich nach dem Insertionspunkt hin immer dichter an einander, so dass die Form des Muskels einem Dreieck ähnelt, dessen Basis an der Crista, dessen Spitze im Insertionspunkt am Humerus liegt. Doch zeigt der grosse Brustmuskel bei den Vögeln an der unteren Fläche, abweichend von dem der Säuger, einen sehnigen Streif, an den sich die Fibrillen anheften, d. h. also er ist gefiedert. Es erklärt sich dies einfach aus der gesteigerten Thätigkeit dieses Muskels bei den Vögeln; der gefiederte Bau lässt eine Vermehrung der Muskelfibrillen zu, ohne das Volumen des Muskels übermässig auszudehnen. Seine Entwicklung geht mit der Flugfähigkeit Hand in Hand, so dass wir ihn bei allen gut und ausdauernd fliegenden Vögeln auf einer hohen Stufe der Entwickelung antreffen, also bei allen Raptatores, Oscines u. s. w.; bei den schlechten Fliegern dagegen nur mässig ausgebildet, also bei den Cursores. Bei den Natatores ist er zwar sehr breit und lang, dagegen sehr dünn, ein Verhalten, das ich auch bei Gallus beobachtet habe.

Er zieht den Oberarm an den Rumpf und zugleich nach

vorn und unten, so dass er also die beim Fliegen charakteristischen schlagenden und schwingenden Bewegungen bedingt.

Pectoralis medius s. secundus. [1])

Es entspringt dieser Muskel, der erst nach Wegnahme des vorigen sichtbar wird, von der vorderen Fläche des Sternum, aus der Ecke, die Körper und Crista sterni bilden, und von dem unteren sternalen Ende des Os coracoideum, sowie von der zwischen diesem und der Furcula ausgespannten Membran. Er ist deutlich gefiedert und gehen seine Fasern in eine lange kräftige Sehne über, welche sich um die Verbindungsstelle der Scapula, Furcula und des Os coracoideum herumschlägt und nach hinten ablenkend zum Tuberculum superius humeri zieht, wo sie sich hinter der Insertion des grossen Brustmuskels ansetzt. Diese Form zeigt er im Allgemeinen bei allen Vögeln, nur ist er bald stärker entwickelt und reicht sonst bis zum unteren Rand des Sternum, so bei Pinguin, Uria, Mormon, Columba, Anas, den Oscines u. s. w., bald ist er ziemlich kurz, so bei den Raptatores. Seine Wirkung besteht in einem Erheben und Auswärtsrollen des Humerus; auf seine für das Gleichgewicht des Körpers wichtige regulatorische Function verweise ich auf meinen Aufsatz über das Brustbein der Vögel in diesem Archiv 1868. Decemberheft.

Pectoralis minimus s. tertius. [2])

Es entspringt dieser Muskel von dem Processus lateralis superior sterni und dem sternalen Ende des Os coracoideum und inserirt sich mit einer starken Sehne hinter dem Tuberculum inferius humeri am Oberarmkopf. Er geht also ungefähr in derselben Richtung wie der Pectoralis major. Er variirt bei den verschiedenen Arten nur in untergeordneter Weise, so ist er bei einigen gefiedert, bei den Corvini, Psittacini, Raptatores, einzelnen Natatores, so Sterna, Larus u. s. w., bei einzelnen ist er ungefiedert und zeigt einen ausgebreiteten Sehnenspiegel auf seiner oberen Fläche, so bei Agelaius. Ferner entspringt

1) S. Fig. A u. B PII.

2) S. Fig. A. PIII.

er bei einzelnen von Brustbein und Os coracoideum, z. B. bei Alcedo, Falco, bei anderen nur von letzterem, so bei Oriolus galbula, Motacilla, Fringillidae, Gallinacei. Er bedeckt den grössten Theil des Musculus subclavius und grenzt seine Ursprungsportion vom unteren Ende des Os coracoideum an den Pectoralis medius. Seine Wirkung fällt theilweise mit der des grossen Brustmuskels zusammen, andrerseits ist er aber auch ein nicht unkräftiger Auswärtsroller des Humeri.

Pectoralis quartus.[1])

Es fehlen über diesen Muskel in allen auch den ausführlichsten Arbeiten genauere Angaben. Cuvier spricht nur von zwei kleineren Muskeln, die am Os coracoideum entspringen und am Humeruskopf sich ansetzen, ohne sich auf eine eingehende Schilderung derselben einzulassen, oder ihnen einen Namen beizulegen. Tiedemann beschreibt ebenfalls keinen derartigen Muskel, wie ich ihn beobachtet habe, doch scheinen mir sein Musculus deltoides minor und Levator humeri einigermaassen einzelnen Portionen des gleich zu beschreibenden Muskels zu entsprechen. Auch Gurlt[2]) erwähnt ihn nicht; sein Coraco-brachialis stimmt theilweise mit dem von mir gefundenen überein. Auch die älteren Autoren wie Aldrovandi, Merrem, Wiedemann übergehen diesen Muskel. Es entspringt derselbe nun, wie ich es bei Lanius, Psittacus, Motacilla, Agelaius, Picus, Columba beobachtet habe, mit drei getrennten Portionen von der Scapula, Os coracoideum und dem oberen Rand des Sternum; ausserdem treten noch einzelne Fasern hinzu, welche theilweise vom Os coracoideum (s. Fig. B P_{IV} rechts a) theilweise vom Ligamentum sterno-furculare kommen. Seine Hauptportion kommt erst zum Vorschein, wenn man das Sternum mit seinen Anhängen vom Rumpf trennt und von hinten betrachtet; man sieht dieselbe dann vom oberen Sternalrand dicht neben der Basis des Processus medius entspringen (Fig. B P_{IV} d) schräg nach oben und aussen aufsteigen, wobei sie die

1) S. Fig. A P_{IV}, Fig. B P_{IV}.

2) Gurlt. Anatomie der Hausvögel pag. 23.

vorhin erwähnten verstärkenden Fasern aufnimmt. Bevor sie unter der Scapula zu ihrem Insertionspunkt am Humeruskopf hinzieht, nimmt sie noch eine zweite kleinere Portion *b* auf, welche von dem Os coracoideum, dicht unter dem oberen kolbigen Ende entspringt, und schliesslich tritt noch vom äusseren Scapularrand eine Portion *g* an ihn heran. Es setzen sich nun alle drei Portionen entweder zu einem gemeinsamen Muskelbauch vereinigt an das Caput humeri dicht hinter der Insertion des Pectoralis tertius an,[1]) oder die Sternalportion setzt sich von der Scapularportion getrennt, selbstständig an den Humerus an, ebenso wie die vereinigten Scapular- und Coracoidealportionen. Tritt der Muskel in zwei Insertionsportionen geschieden unter dem Os coracoideum hervor, so entspricht er, so lange man ihn nicht genauer untersucht, den vorhin erwähnten Muskeln Tiedemann's, dem Deltoides minor und dem Levator humeri. Inserirt er sich dagegen nur mit einer Endsehne, so entspricht er bei oberflächlicher Betrachtung dem Coraco-brachialis Gurlt's; doch findet sich auch bei Gallus, das den Untersuchungen dieses Autors zu Grunde liegt, wie ich mich überzeugt habe, die Sternalportion bei Vorhandensein nur einer Endsehne.

Seine Wirkung fällt mit der des Pectoralis tertius zusammen.

B. Gruppe der Respirationsmuskeln.

Es zerfallen die Muskeln dieser Gruppe gemäss dem Mechanismus der Respiration in Levatores costarum oder Erweiterer des Thorax und in Compressores costarum oder Verengerer des Thorax. Die Zahl der ersteren ist bei Weitem grösser als die der anderen, ein Verhältniss, das in der grösseren Arbeit jener seine Erklärung findet. Die Erhebung, Auswärtsrollung der Rippen und Erweiterung des Thoraxlumens setzt den Muskeln einen viel beträchtlicheren Widerstand entgegen, als die Depression der Rippen und Entleerung der

1) S. Fig. A Piv.

Lungen. Zu der ersten Klasse gehören die Scaleni, Levatores costarum, Serratus major et minor, Musculus teres, Sternocostalis superior, Triangularis, Subclavius, sowie die die Lungen erweiternden Lungenmuskeln, während zu den letzteren nur die Bauchmuskeln und der Levator scapulae zu rechnen sind. Zu welcher Gruppe die Intercostales externi und interni zu zählen sind, ist nicht leicht zu entscheiden, doch möchte ich eine verschiedene Wirkung beider nicht mehr annehmen, sondern sie als Heber den Inspirationsmuskeln beizählen. Die vortreffliche Untersuchung Henle's[1]) widerlegt die ältere Ansicht, nach der die Externi als Heber, die Interni als Herabzieher der Rippen functioniren sollten, vollkommen. Zu den von Henle angeführten Gründen gesellen sich im Vogelthorax noch einige andere hinzu, deren Wichtigkeit gerade für diese Frage mir nicht unbedeutend zu sein scheint. Einzelne Intercostalräume zeigen nämlich gar nicht eine in eine äussere und innere Portion theilbare Muskelschicht; so zwischen den Brustbeinrippen, zwischen den beiden ersten Rippen. Zwischen den Brustbeinrippen findet sich nur eine Muskelschicht, welche schräg von der vorderen unteren Kante der einen Brustbeinrippe zur hinteren oberen der folgenden zieht. Nur zwischen den oberen Brustbeinrippen ist diese Schicht vollkommen ausgebildet, während sie in den unteren entweder zu einem schmalen Muskelbündel zusammengeschmolzen ist, oder halb sehnig, halb fleischig ist (Fig. G) oder endlich ganz fehlt. Soll nun in diesem Fall eine hebende oder herabziehende Wirkung angenommen werden? Nehmen wir das Letztere an, so fehlen den unteren Brustbeinrippen die Depressores vollkommen, während sie an den oberen auftreten, ein Verhältniss, das aber ganz einzig dastände; gerade die unteren Rippen müssen ausgeprägte Herabzieher besitzen, bei deren Contraction sie fixirt werden, um so den höher liegenden Depressoren einen festen Angriffspunkt zu geben und gleichzeitig die höher liegenden Rippen mit herabzuziehen. Wir müssen also diese Muskeln

1) Henle, Hanbbuch der systematischen Anatomie. I. Band, 3. Abtheilung pag. 100—103.

als Levatores bezeichnen, eine Ansicht, welche auch d'Alton p. 13 vertheidigt. Es entspricht ihr Faserverlauf vollkommen dem eines sehr mächtigen Hebers dieser Rippen, dem Triangularis, und verschmelzen sogar die oberen Intercostalmuskeln mit ihm. Die unteren Brustbeinrippen, die keinen eigenen Levator besitzen, folgen dem starken Zug nach oben, den die oberen Rippen auf sie ausüben. Wollte man sich nur nach der Faserrichtung und der Lage der Muskeln, ob sie an der äusseren oder inneren Thoraxwand liegen, in der Deutung ihrer Function richten, so müsste man den Triangularis, der an der inneren Brustwand liegt und dessen Faserrichtung entgegengesetzt der der Intercostales externi der wahren Rippen fast gleich der der Intercostales interni verläuft, als einen inneren Zwischenrippenmuskel mit der Function eines Depressors der Brustbeinrippen deuten, woran aber bei dem Ursprung dieses Muskels vom oberen Ende des Seitenrandes des Sternum niemand denken würde. Vielmehr deutet man ihn gerade, wie auch natürlich, als Analogon der Intercostales interni mit levatorischer Function.

Den zwei oder drei ersten Rippen fehlten die Intercostales interni, nun besitzen aber diese Rippen gerade ein ganz besonders stark entwickeltes System von Hebern. Bei unserer Deutung der Interni als Heber würde ein Fehlen derselben an diesen Rippen also durch die starke Entwicklung ihrer anderen Levatores ausgeglichen werden. Es sind diese Rippen grade so kurz und klein, dass gar nicht der nöthige Insertionsplatz für so viel Muskeln sich darböte; es können also bei stärkerer Entwickelung des einen die anderen Muskeln fehlen. Functionirten die Interni als Depressores, so müssten sie gerade bei einem so entwickelten System von Levatores sehr kräftig ausgesprochen sein, um eine genügende antagonistische Wirkung hervorbringen zu können. Die Depression sowohl der Brustbeinrippen, wie der oberen Halsrippen geschieht einmal durch das Erschlaffen der Levatores, wodurch die Rippen von jedem Muskelzug befreit der eigenen Schwere folgend herabsinken, andrerseits folgen sie dem von den anderen Rippen auf sie ausgeübten Zug nach unten.

Scaleni [1])

Es herrschen über diese Muskeln bei sämmtlichen Autoren die ich zu vergleichen Gelegenheit fand, falsche sich widersprechende Angaben; die einen läugnen die Existenz der Rippenhalter gänzlich, so Cuvier, welcher sie mit den Rippenhebern identificirt; die anderen so Tiedemann, Gurlt, Vicq d'Azyr, Wiedemann, beschreiben die Rippenheber der beiden ersten Rippen als Scaleni; übersehen aber die eigentlichen Scaleni dabei gänzlich, so dass ich eine eingehendere genaue Beschreibung dieser Muskeln nirgends finden konnte.

Es rühren diese von einander so sehr abweichenden Angaben genannter Autoren von den verschiedenen Formen, welche der Rippenhalter bei den einzelnen Genera annimmt, her. Bei vielen Arten fehlt ein Rippenhalter gänzlich, während er bei anderen wieder auftritt, aber immer nur als Scalenus der ersten Rippe, ein Scalenus der zweiten Rippe existirt, wie ich mich bei meinen zahlreichen Untersuchungen über diesen Gegenstand überzeugt habe, bestimmt nicht. Bei gänzlichem Fehlen auch des Scalenus primus, wie es der Fall ist bei Cucullus, Strigidae, Psittacini, Corvini, Larus verhält sich die Muskulatur der ersten und zweiten Rippe auf folgende Weise. Vom Processus transversus des vorletzten Halswirbels entspringt ein kräftiger kleiner Muskel (s. Fig. C F A.), welcher zur oberen Kante der ersten Rippe geht, wo er sich ansetzt; seine Fasern verlaufen schräg nach vorn und unten. Er stimmt also vollkommen mit dem Bau der Levatores costarum überein, die vom Processus transversus eines Wirbels entspringen und schräg nach vorn und unten zu einer Rippe streben. Vom Processus transversus des letzten Halswirbels entspringt gleichfalls ein Muskel, der in derselben Weise wie der Levator costae primae sich verhält und an den hinteren Theil des vorderen Randes der zweiten Rippe sich ansetzt, also einen Levator costae secundae vorstellt und nicht als Scalenus secundus zu deuten ist, wie es Tiedemann thut. Ausserdem kommt von der Spitze der ersten Rippe

---

1) S. Fig. C, D, E, F.

ein rundlicher schmaler Muskelbauch, der sich an den vorderen Theil des oberen Randes der zweiten Rippe ansetzt und schon von Tiedemann als Musculus teres inter primam et secundam costam beschrieben worden ist. Es existirt also bei den vorhin erwähnten Arten ein Heber der ersten und zweiten Rippe und ein Musculus teres, aber keine Andeutung von einem Scalenus. Für diese Fälle bewahrheitet sich demnach Cuvier's Aussage, nach der den Vögeln die Scaleni fehlen. Bei verschiedenen anderen Arten tritt nun aber ein Scalenus primus auf, so bei den Tagraubvögeln, Motacilla, Sterna u. s. w., welcher sich in sehr verschiedenen Formen zeigt. Bei den Raptatores z. B. entspringt er vom Processus transversus des vorletzten Halswirbels, vor dem Levator primus, und geht als langer, dünner Muskelbauch an der ersten Rippe vorbei zum Musculus teres, an den er sich anheftet. Bei Motacilla entspringt er vom Processus transversus des drittletzten Halswirbels und setzt sich an den Levator primus an. Bei Sterna endlich entspringt er ebenfalls vom drittletzten Halswirbel, geht aber in eine dünne Sehne über, welche sich an der ersten Rippe, als dem Levator primus ansetzt. (Vergl. Fig. C, F.) Wir finden also hier den Scalenus primus allerdings, aber in so schwacher Ausbildung, dass von einer grossen Wirkung seinerseits wohl nicht die Rede sein kann.

Die Angabe Tiedemann's (pag. 299) „Er zieht die erste Rippe nach oben, und mit derselben auch die übrigen“ gilt zwar, wie ich vorhin gezeigt habe, vom Levator primus, doch möchte ich selbst diesem eine so ausgesprochene Wirkung bei seiner unkräftigen Ausbildung nicht vindiciren. Der Levator primus et secundus, sowie der Musculus teres sind grade stark genug, um die kleinen äusserst beweglichen Halsrippen zu heben, doch wird sich ihre Wirkung wohl keines Falles auch auf die tiefer gelegenen erstrecken können. Der Scalenus primus deutet den analogen Muskel bei den Säugern eigentlich blos an, ohne dessen Function irgendwie zu übernehmen.

Levatores costarum.

In derselben Weise wie die Heber der ersten und zweiten Rippe, verhalten sich auch die der anderen Rippen; sie entspringen also am Processus transversus eines Wirbels und gehen schräg nach vorn und unten zur oberen Kante der nächsten Rippe. Recht deutlich ausgesprochen sind dieselben jedoch nur in den oberen Intercostalräumen, während in den unteren ihre Fasern immer mehr und mehr die schiefe Richtung verlieren und in die entsprechenden Intercostales externi übergehen. Wir finden bei den Vögeln nur Levatores breves, longi gehen denselben vollkommen ab. Die Deutung ihrer Function bedarf wohl erst keiner weiteren Auseinandersetzung.

Sterno-costalis superior.[1])

Es ist dies ein Muskel, über welchen ich bei keinem Autor irgend welche Andeutung finden konnte. Es ist allerdings auch nur ein kleines, schwaches Muskelbündel, das sich ausserdem auch nicht einmal bei allen Genera nachweisen lässt. Eine bestimmte Regel über sein Vorkommen bin ich zwar auch ausser Stande aufzustellen, doch habe ich ihn bei den Fringillen, von denen ich eine nicht unbeträchtliche Anzahl anatomirt habe, stets angetroffen, ebenso bei Oriolus, Corvus glandarius, Muscicapa, Lanius, Agelaius, Columba, Gallus, Anas; nie konnte ich ihn dagegen bei den Tag- und Nachtraubvögeln auffinden, ebensowenig bei Picus, Larus u. s. w. Es ist besagter Muskel ein schmales bandartiges Bündel, welches vom Processus lateralis superior sterni zur letzten Halsrippe hinüberzieht, an deren hinterer Fläche er sich anheftet. Es ersetzt dieser Muskel gleichsam die fehlende Brustbeinrippe und zieht seine Rippe nach oben, functionirt also als Inspirationsmuskel.

1) S. Fig. A. St. p.

Serratus anticus major.[1])

Es tritt dieser Muskel in der Klasse der Vögel viel schwächer auf, als in der Klasse der Mammalia. Er entspringt im Allgemeinen mit 2 — 5 Zacken von der 3 — 6 Rippe und deren Processus uncinatus. Höher als bis zur zweiten wahren Rippe steigt er nie hinauf; es berichtigt sich hiernach die Angabe Cuvier's, der ihn sogar von der ersten Rippe entspringen lässt. Er erstreckt sich längs des Verlaufes der Rippen bis zu deren Processus uncinati, die er nur ganz unbedeutend überschreitet. Seine Insertion ist der äussere Rand der Scapula, von deren unterem Winkel bis circa in ihre Mitte hinauf, und zwar ist der obere Theil seines Ansatzes meist sehnig, der untere fleischig. Seine Fasern verlaufen in seinen verschiedenen Partien verschieden; die unteren und oberen Zacken verlaufen schräg, die oberen von unten nach oben, die unteren von oben nach unten; die Fasern seiner mittleren Partien verlaufen dagegen fast horizontal. Es ist diese Faserrichtung von bedeutendem Einfluss auf die richtige Erkenntniss seiner Function. Eine genauere Angabe der Zahl seiner Zacken bei den verschiedenen Arten ist von zu untergeordneter Bedeutung, um speciell auf sie einzugehen; einzelne Beispiele genügen; so hat Colymbus nur zwei Ursprungszacken, die Adler, Falken drei, ebenso Anas; vier finden wir bei Milvus u. s. w. Interessant wegen der grösseren Uebereinstimmung mit dem analogen Muskel der Säuger ist die Verschmelzung desselben mit einem kleinen von der ersten und zweiten wahren Rippe kommenden Muskel, dem Serratus anticus minor. Es ist diese Verschmelzung entweder eine wirkliche Vereinigung der Fibrillen beider zu einem Muskel, oder sie kommt durch einen zwischen beide sich einschiebende sehnige Membran zu Stande. Es bedeckt dann dieser Muskel die ganze Seitenwand des Thorax; constant habe ich dies Verhalten bei den Strigidae beobachtet, bei dem Genus Buteo, bei den von mir untersuchten Individuen aus der Familie der Corvini.

1) S. Fig. A. S. m

Die Wirkung des Serratus major auf die Rippen ist beim Vogel entschieden eine viel ausgesprochenere, als bei den Säugern, wo er doch in erster Linie die Fixirung des Schulterblatts an den Thorax bewerkstelligt, während seine respiratorische Thätigkeit noch sehr angezweifelt wird. Ganz anders liegen dagegen die Verhältnisse beim Vogel; hier ist die Scapula so fest und innig sowohl an die Furcula wie auch an das Os coracoideum befestigt, dass an ein irgend erhebliches Abweichen desselben vom Thorax wohl kaum gedacht werden kann. Wir finden deshalb hier den Serratus nur in soweit angedeutet, als er auf die Rippen zu wirken hat. Eine Wirkung seinerseits auf die Scapula macht schon seine kurze Insertionslinie illusorisch; bei Picus z. B. setzt er sich nur an den unteren Winkel der Scapula an, wird also wohl kaum irgend welchen Einfluss auf die oberen Partien des Schulterblatts haben können. Die Behauptung Tiedemann's, er zöge die Scapula nach unten, möchte ich aber ganz entschieden zurückweisen.

Bei der festen Verbindung der Scapula mit Furcula und Os coracoideum mussten auch diese beiden einem auf das Schulterblatt nach unten ausgeübten Zug folgen, wovon aber bei der straffen Vereinigung dieser Knochen mit dem Sternum nicht gedacht werden kann. Es wirken die oberen Partien des Serratus gemäss ihres Verlaufes als Depressoren der oberen Rippen, während die unteren als Levatores der unteren figuriren und die unvollkommene Entwickelung der unteren Levatores costarum so theilweise neutralisiren.

Serratus anticus minor.[1])

Es führt dieser Muskel bei den Autoren mannigfache Bezeichnungen, so nennt ihn Cuvier, Vicq d'Azyr, Tiedemann Costo-scapularis; Gurlt Serratus anticus minor u. s w. Er ist im Allgemeinen ein mässig starker, rundlicher Muskel, der vom oberen Theil des äusseren Scapularrandes zu den

1) Fig. A. S.

oberen Rippen zieht, wo er sich von der ersten bis dritten Rippe, theils ein-, theils zweiköpfig ansetzt. Seine Wirkung ist ein starkes Heben der oberen Rippen.

Einzelne wollen in ihm das Analogon des Pectoralis minor erkennen, während ihn andere nur als selbstständig gewordene Portion des grossen Sägemuskels gelten lassen wollen. Ich möchte mich des ganzen Verlaufs und der Wirkung derselben wegen der ersteren Ansicht anschliessen.

Intercostales externi et interni.

Da ich über die Function und die Stellung, die ich diesen Muskeln beim Respirationsgeschäft einräumen möchte, schon vorhin gesprochen habe, so erübrigt jetzt blos noch die anatomische Schilderung derselben. Wir müssen vor Allem die Zwischenrippenmuskeln der wahren Rippen und die der Brustbeinrippen unterscheiden. Die Intercostales externi der wahren Rippen werden durch die Processus uncinati in vordere und hintere Portionen getrennt; die hinteren liegen zwischen Wirbelsäule und Processus uncinatus und gehen schräg von oben und hinten nach unten und vorn; die vorderen liegen zwischen Processus uncinatus und dem vorderen Ende der Rippen und sind viel kräftiger entwickelt, als die vorigen. Sie entspringen vom unteren Rand einer Rippe und deren Processus uncinatus und heften sich an den oberen Rand der nächstfolgenden an; ihre Faserrichtung ist ebenfalls von oben und hinten nach unten und vorn. Ganz besonders entwickelt ist ihre vordere Partie, welche sich zu einem kleinen rundlichen Muskelbauch in den oberen Zwischenrippenräumen ausbildet und im ersten Intercostalraum durch den Musculus teres angedeutet wird. Man könnte diesen vorderen Theil der Intercostales externi als vorderen Rippenheber deuten.

Die Zwischenrippenmuskeln der Brustbeinrippen, Musculi interappendiculares, finden sich nur in einer Schicht in den oberen Räumen und stellen eine mässig kräftige Muskellage vor, deren Fasern schräg nach unten und aussen verlaufen. Am besten entwickelt sich die der drei oberen Räume, während

die der unteren häufig zu einem dünnen rundlichen Muskelstrang zusammenschmelzen. Tiedemann deutet diese Muskeln als Musculi interni und stellt sie dem Triangularis als Antagonisten entgegen; ich habe mich schon vorhin für ihre inspiratorische Wirkung ausgesprochen, auch d'Alton pag. 13 spricht ihnen dieselbe zu.

Die Intercostales interni der wahren Rippen stellen eine schwache Schicht schräg von unten und hinten nach oben verlaufender Fasern vor, die sich vom vorderen Ende der Rippe bis zur Gegend des Processus uncinatus finden.

Triangularis sterni s. Sterno-costalis.[1])

Man findet diesen ziemlich kräftigen Muskel an der Innenfläche der Brustbeinrippen. Er entspringt von der hinteren Fläche des Processus lateralis anticus sterni und geht in 3—5 Zacken gespalten an die oberen Brustbeinrippen, während die 3—4 unteren Rippenanhänge von ihm nicht versorgt werden. Die Zahl seiner Zacken variirt bei den verschiedenen Familien: so haben Columba, Gallus, Anas, Psittacus deren 3, ebenso einige Adler; Larus, Vanellus zeigen 4, Picus, Sterna 5, Turdus 6 und sofort. Bei Picus zweigt sich die für die erste Brustbeinrippe bestimmte Zacke von dem eigentlichen Muskelkörper ab und wird zu einem selbstständigen kleinen Muskelbauch. Tiedemann (p. 300) lässt diesen Muskel von der hinteren Fläche des Sternum in der Gegend der Anheftung der zweiten und dritten Brustbeinrippe an dasselbe entspringen, eine Angabe, die ich weder bei andern Autoren bestätigt fand, noch bei meinen eignen zahlreichen Untersuchungen constatiren konnte. Seine Wirkung liegt ganz klar zu Tage. Er hebt die Rippenanhänge und rotirt sie etwas nach Aussen, so dass er den Querdurchmesser des Thorax an dieser Stelle vergrössert. Ueber die Vervollständigung seiner Wirkung durch die Musculi interappendiculares habe ich schon oben gesprochen.

---

1) Fig. G.

Subclavius.[1])

Es liegt dieser Muskel grösstentheils unter dem sternalen Ende des Os coracoideum verborgen, von dessen hinterer Fläche und dem Processus lateralis anticus sterni er zu der vorderen Seite der oberen Brustbeinrippen zieht, oder an der vorderen Fläche des Sternum endigt, ohne die Rippenanhänge zu erreichen; ersteres ist bei den Raubvögeln der Fall, bei Picus, den Fringillen und Corvini; sehr schön kann man diese Zacken bei Struthio Camelus sehen. Ohne solche Rippenzacken habe ich ihn bei Tauben und Hühnern gefunden. Es herrscht zwischen ihm und dem Triangularis ein Wechselverhältniss der Art, dass bei schlechter Entwickelung des einen der andere um so kräftiger ausgebildet sich zeigt, so ist z. B. bei Anser der Subclavius stark und kräftig, dagegen der Triangularis nur mässig entwickelt. Schon Meckel Tom. III. pag. 309 hat auf dieses Verhältniss aufmerksam gemacht. Die physiologische Erklärung dafür liegt einfach in ihrer gleichen Function als Levatores; es übernimmt der eine die Function des unvollkommen ausgebildeten anderen, ein Verhältniss, das man ja auch bei anderen Organen nicht selten zu beobachten Gelegenheit hat. Er wirkt übrigens auch noch auf das Os coracoideum, das er gegen das Sternum fixirt, und ist bei allen den Arten, bei denen er keine Rippenzacken hat, dieses seine Hauptwirkung.

Es bleiben uns nun noch 2 Muskeln zu betrachten übrig, welche sich in diese Eintheilung der Respirationsmuskeln nicht einreihen lassen und auch nur durch ihren Ursprung an Rippen und Sternum in unsere Abhandlung hineingezogen werden, während ihre Functionen mit denen der andern Thoraxmuskeln gar nichts gemein haben. Es sind dies der Tensor cutis brachialis und des Musculus trachealis.

Tensor cutis brachialis posterioris.[2])

Es entspringt dieser Muskel an der Seitenwand des Thorax zwischen Serratus anticus major und Obliquus abdominis externus

1) Fig. A. S. b.
2) S. Fig. A. T.

von 2—3 mittleren Rippen mit mehreren Köpfen, deren Zahl bis auf 3 steigen kann und welche bei den einzelnen Gattungen die verschiedensten Variationen zeigen, die aber für eine eingehendere Schilderung zu wenig Interese darbieten. Es steigt nun dieser Muskel sich allmählich verschmälernd nach oben zum Flügel auf, in dessen Spannhaut er sich auf dem hinteren Blatt desselben ausbreitet. Es ist derselbe ein Rest des bei den Säugern so mächtig entwickelten Panniculus carnosus, welcher bei den Vögeln auf einige starke, musculöse Streifen zusammenschmilzt, die sich in den verschiedensten Richtungen in der Haut vertheilen. Man erkennt übrigens die Verbreitung und den Verlauf derselben schon an der Haut, wenn man dieselbe der Federn entkleidet. Man sieht alsdann entsprechend diesen Muskeln sehr stark entwickelte in Reihen geordnete Federtaschen.

Musculus trachealis.

Es ist dies ein langer dünner bandartiger Muskel, welcher von dem oberen Rand des Sternum aus der Vertiefung, die zwischen Processus lateralis und der Gelenkfläche für das Os coracoideum sich findet, entspringt, und zu den Seitenflächen der Trachea zieht.

Werfen wir nun bevor wir uns zu den Exspirationsmuskeln wenden, noch einen Blick auf die Lungenmuskeln, die Analoga des Zwerchfells. Es reduciren sich dieselben auf einzelne Muskelbündel, welche von dem vorderen Ende der Rippen, in der Nähe ihrer Verbindung mit den Rippenanhängen entspringen und auf der vorderen Fläche der Lungen in eine, dem Centrum tendineum vergleichbare, Membran ausstrahlen. Es sind dieselben schon im 17. Jahrhundert[1]) bekannt gewesen; eine ausgezeichnete Beschreibung giebt Owen von dem wohl am höchsten stehenden Zwerchfell des Apteryx australis. Ueber die Wirkung dieser Muskeln auf die Respiration habe ich schon

1) Bartholin. Cygni anatome. Hafn 1668. — Caspar Barthoi n. De diaphragmatis structura nova. Paris 1676.

Eingangs dieser Arbeit gesprochen und werde bei den Bauchmuskeln noch einmal Gelegenheit nehmen, auf ihre Function etwas näher einzugehen.

Die bei den Säugern so kräftig entwickelten Rückenmuskeln sind bei den Vögeln auf einer äusserst niedrigen Stufe der Ausbildung stehen geblieben. Man könnte sie eigentlich mit Stillschweigen übergehen, da ihre Wirkung auf Rippe und Wirbelsäule, sowie ihr Einfluss auf das Respirationsgeschäft gleich Null zu setzen ist. Es hängt dieser Umstand mit der starren Unbeweglichkeit des Lenden- und Brusttheils der Wirbelsäule zusammen, welche eine gut ausgebildete Rückenmusculatur unnöthig macht. Nur der Sacro-lumbalis schickt einzelne schwache Zacken an die hintere Kante der Rippen, ohne aber Verstärkungsfascikel von ihnen zu empfangen. Beim Pinguin soll nach Meckel T. III p. 291 dieser Muskel sehr scharf ausgeprägt sein, eine Erscheinung, die mit dem aufrechten Gang dieser Vögel zusammenhängen soll. Der Longissimus dorsi hat nach der einstimmigen Angabe sämmtlicher Autoren, sowie auch nach meinen eignen Untersuchungen, durchaus keinen Zusammenhang mit den Rippen.

Nach diesen die Rückenmusculatur der Vögel genügend charakterisirenden Betrachtungen, wende ich mich jetzt zu der viel wichtigeren und interessanteren Musculatur des Bauches.

Bauchmuskeln. (Fig. H.)

Die Bauchmuskeln zeigen in der Klasse der Vögel im Allgemeinen zwar dieselbe Anordnung, wie bei den Säugern, doch ist ihre Form und ihr Verlauf wesentlich von dem jener abweichend, eine Erscheinung, welche sich durch die Verhältnisse des Vogelorganismus und vor allen durch die eigenthümlichen respiratorischen Erscheinungen desselben erklären lässt. Während bei den Säugern die Bauchmuskeln einmal als sehr wirksame Herabzieher der Rippen functioniren, üben sie auch auf das Abdomen selbst einen kräftigen Druck aus, welcher sowohl der Respiration wie den Functionen des Abdomen nutzbar wird. Bei den Vögeln tritt die Wirkung dieser

Muskelgruppe auf Thorax und Rippen mehr in den Hintergrund, während ihre abdominelle Wirkung vielmehr ausgeprägt erscheint. Im Abdomen des Vogels finden sich die weiten Luftreservoirs. Es erfordern dieselben zu ihrer Entleerung einen ganz besonders starken Druck, welcher die in ihnen enthaltene Luft in die Lungen treibt, es muss aber in der Lunge die Luft mit einer gewissen Spannung und Kraft anlangen, da jene vermöge ihrer geringen Capacität und Contractilität nur schwach auf die Austreibung ihrer Luft wirken kann; vielmehr müssen die mit starken Muskelfasern versehenen Bronchien dies Geschäft übernehmen. Es muss also ein kräftiger Druck die Luft der abdominellen Luftsäcke bis in die Bronchien treiben; demgemäss sind die Bauchmuskeln hauptsächlich Compressoren des Abdomen, während ihre Wirkung auf den Thorax nur einem Muskel, dem Obliquus abdominis externus übertragen ist.

Es stehen deshalb die Bauchmuskeln, bis auf diesen einen, mit den Rippen in fast gar keiner Beziehung. Es genügt der Obliquus externus vollkommen, um die Depression der Rippen auszuführen.

Obliquus obdominis externus.[1])

Ein dünner, mässig breiter, ziemlich in die Länge gedehnter Muskel gehört er sowohl der Brust, wie dem Bauch an, zerfällt also in eine Pars thoracica und abdominalis. Die erstere entspringt mit 4—6 Zacken von den Processus uncinati oder der vorderen Fläche der entsprechenden oberen Rippen und liegt auf der Verbindung zwischen Rippen und Brustbeinrippen; die Bauchportion liegt an der Seitenwand des Bauches; wo sie den vorderen Theil des inneren schiefen Bauchmuskels, sowie ein Stück des Rectus und Transversus bedeckt und sich entweder fleischig oder sehnig an den vorderen Theil des Os pubis inserirt. Die dem Sternum zugekehrte Seite beider Portionen geht in eine breite sehnige Membran über, die sich

1) S. Fig. A. O. e. H. O. e.

an den Seitenrand des Sternum anheftet, und in der Linea alba mit der der andern Seite verschmilzt. Seine Fasern verlaufen schräg von aussen nach innen. Er ist der einzige aus dieser Gruppe, welcher eine ausgesprochene Wirkung auf die Rippen ausübt, indem er die gehobenen und nach aussen rotirten Rippen herabzieht und nach innen drückt, also als Exspirationsmuskel von grosser Wichtigkeit ist; als Punctum fixum dient ihm der Seitenrand des Sternum. Seine Portio abdominalis comprimirt im Verein mit den andern Bauchmuskeln das Abdomen.

Obliquus abdominis internus.[1])

Es ist der Verlauf und die Gestalt dieses Muskels sehr einfach. Er bekleidet die Seitenwand des Abdomens und füllt den Raum zwischen letzter Rippe und Os pubis aus; er entspringt demnach von dem unteren Rand der letzten Rippe und setzt sich am Schambein an, so dass seine Form eine rhombische ist. Er entspringt jedoch nicht von der ganzen Länge des unteren Randes der letzten Rippe, sondern nur bis zum letzten Viertel derselben, wo sich dann der Quadratus lumborum ansetzt; nur bei Cucullus canorus habe ich den Quadratus fehlen und den Internus bis zum letzten Ende der Rippe sich erstrecken sehen. Eigenthümlich ist das Verhalten dieses Muskels bei den Vögeln, wo die letzte Rippe das Sternum nicht erreicht, sondern frei als Costa fluctuans endet. Hier bildet er den Intercostalis zwischen dieser letzten freien Rippe und der vorhergehenden, so z. B. bei Colymbus. Seine Fasern verlaufen schräg von oben nach unten. Es kann seine Wirkung auf die Rippen nur eine unbedeutende Depression der untersten Rippen sein, während seine Hauptwirkung auf die Entleerung des Abdomens abzielt. Ich habe diesen Muskel bei allen Klassen vorgefunden, während ihn Stannius[2]) bei einzelnen, die er allerdings nicht näher angiebt, vermisst hat.

---

1) S. Fig. A. und H. o. i.

2) Stannius. Comparative Anatomie. p. 273.

Rectus abdominis.

Die Existenz dieses Muskels wird von einzelnen Autoren geleugnet, so von Vicq d'Azyr[1]), doch hat mich sowohl der Augenschein, sowie die Angaben anderer Forscher von dem Gegentheil überzeugt. Es besitzen alle Vögel diesen Muskel, welcher der vorderen Bauchgegend angehört und von dem hintern Rand des Sternum entspringt, ungefähr in der Mitte des Abdomens sich an eine breite Sehne anheftet, die an das Os pubis geht. Die Sehnen beider verschmelzen in der Mittellinie, während sich die Muskeln selbst nur bei einigen z. B. den Turdusarten in der Medianlinie berühren, meist aber einen kleinen Zwischenraum zwischen sich lassen (s. Fig. H. III). Inscriptiones tendineae fehlen in seinem Verlauf gänzlich und werden auch durch die unbedeutende Längenausdehnung desselben überflüssig gemacht. Sie dienen bei den Säugern als Verstärker des sehr langen Rectus, sowie auch seine bei diesen sich findende Scheide seine Function regulirt, indem sie eine Abweichung desselben, welche bei Contraction nach rechts oder links eintreten könnte, verhindert. Von einer solchen Rectusscheide ist bei den Vögeln auch nicht die Rede, da bei der relativen Breite und Kürze dieses Muskels ein Abweichen desselben nach der einen oder anderen Seite hier nicht zu fürchten ist. Die ihm octroyirte Wirkung auf das Brustbein habe ich schon Eingangs dieser Arbeit beleuchtet; seine eigentliche Function erstreckt sich auf die Compression des Bauches.

Transversus abdominis. [1])

Es liegt dieser Muskel am tiefsten von allen Bauchmuskeln direct auf dem Peritonaeum; sein hinterer Theil wird vom Obliquus internus, sein oberer vom Rectus und Obliquus externus bedeckt. Er entspringt fleischig von der vorderen Hälfte des Schambeins und geht ungefähr bis zum oberen Drittel des

1) Vicq d'Azyr. Mémoires pour servir à l'anatomie des oiseaux in den Mém. de l'Acad. des scienc. de Paris 1772.

2) S. Fig. A. und H. Tp.

Bauches hinauf. Seine Fasern setzen sich halbmondförmig an eine Sehne an, welche mit dem Peritonaeum fest zusammenhängt und in der Medianlinie mit der der anderen Seite verschmilzt. Meckel, Tiedemann, Cuvier lassen einzelne Zacken dieses Muskels von den unteren Rippen entspringen, doch trifft diese Angabe wohl bei einigen, doch lange nicht bei allen Familien zu; so habe ich dies Verhalten bei den Raubvögeln nicht gefunden; dagegen bei Gallus, wo er hoch an der inneren Seite der Rippen hinaufsteigt, ebenso bei Motacilla, Cucullus, Vanellus, Larus u. s. w. Bei den Eulen habe ich ihn in dieser Weise nie beobachtet und sagt auch d'Alton hierüber nichts; Aldrovandi[1]) erwähnt ebenfalls keines Zusammenhanges dieses Muskels mit den Rippen. Seine Wirkung fällt mit der der anderen zusammen.

Quadratus lumborum.[2])

Sämmtliche Autoren bis auf Tiedemann haben die Existenz dieses Muskels vollständig übersehen und geleugnet. Er findet sich allerdings bei den Vögeln auch auf einer Stufe der Entwicklung, welche ein Uebersehen desselben sehr leicht entschuldigt. Es ist ein ganz unbedeutender, kleiner dreieckiger Muskel, der von dem hintersten Theil des unteren Randes der letzten Rippe entspringt und zum Darmbeinkamm herüberzieht. Seine Fasern verlaufen schräg von hinten und unten nach vorn und oben und setzen sich am Darmbeinkamm an einen schwachen sehnigen Spiegel an. Mit dem hinteren Rand des Obliquus internus bildet er ein Dreieck, das von keinem Muskel bedeckt, das Peritonaeum zu Tage treten lässt und welches die Schenkelgefässe passiren. Seine Wirkung, wenn man überhaupt von einer solchen sprechen darf, summirt sich zu der des Obliquus internus.

Es erübrigt nun noch zum Schluss dieser Arbeit die Betrachtung eines Muskels, den wir zu den Exspirationsmuskeln gestellt haben, nämlich des

---

1) Aldrovandi. Ornithologia. De aquilae musculis. Frankfurt 1610. p. 65—66.

2) S. Fig. A. Q.

Levator Scapulae.

Es ist dies ein Muskel, der mit 2—3 Portionen von dem Querfortsatz des letzten Halswirbels, sowie von den ersten drei Rippen entspringt und sich an der unteren Fläche der Scapula inserirt. Es variiren Zahl und Form seiner Ursprungszacken ganz mannigfach, am entwickeltsten finden wir ihn beim Pinguin und Reiher. Seine tiefe unter dem Schulterblatt und den Serrati versteckte Lage macht sein genaueres Studium etwas schwierig. Bei der unbedeutenden Motilität des Schulterblattes, von der wir schon vorhin sprachen, möchte ich seine Wirkung auf dasselbe bestreiten und ihn vielmehr als Depressor der oberen Rippen ansehen, wofür auch die Richtung seiner Fasern, die schräg von oben nach unten und hinten verlaufen, spricht.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. A.

Brust- und Bauchmuskeln von Columba domestica rechterseits nach Entfernung des Musculus pectoralis major.

st. Sternum. *c.* Costae. *f.* Furcula. *co.* Os coracoideum. *h.* Humerus. *s.* Scapula. *p.* Os pubis. *PII.* M. pectoralis secundus. *PIII.* M. pect tertius *PIV.* M. pect quartus. *S.b.* M. subclavius. *S.p.* M. sternocostalis superior. *S.* M. serratus minor. *S.m.* M. serratus major. *O.e.* M. obliquus abdominis externus. *O.i.* M. obliq. abd. internus. *R.* M. rectus abdominis. *Tr.* M. transversus abdominis. *Q.* M. quadratus lumborum. *x.* M. intercostales externi. *T.* M. tensor cutis brachialis.

Fig. B.

Musculus pectoralis secundus et quartus von Agelaius phoeniceus von hinten gesehen.

st. Sternum. *f.* Furcula. *co.* Os coracoideum. *h.* Humerus. *s.* Scapula. *PII.* M. pect. secundus. *PIV.* a. b. d. g. M. pect. quartus mit seinen vier Portionen.

Fig. C.

Cucullus canorus rechterseits die Muskeln der ersten und zweiten Rippe.

I. II. Erste und zweite Rippe. *V.* Halstheil der Wirbelsäule.

t. Processus transversus des vorletzten Halswirbels. *A.* M. levator costae primae. *B.* M. levator costae secundae. *C.* M. teres.

Fig. D.

Otus vulgaris. Dieselben Muskeln wie bei C.

I. II. Erste und zweite Rippe. *V.* Wirbelsäule. *t.* Proc. transversus. *A.* M. levator cost. pr. *B.* M. levator cost. sec. C. M. teres.

Fig. E.

Falco apivorus. Die Heber der ersten beiden Rippen und M. scalenus rechterseits.

I. II. Erste und zweite Rippe. *V.* Wirbelsäule. *t.* Proc. transversus. *A.* M. levator cost. pr. *B.* M. levator cost. cec. C. M. teres. *D.* M. scalenus primus.

Fig. F.

Sterna hirundo. Dieselben Muskeln wie bei E.

I. II. Erste und zweite Rippe. *V.* Wirbelsäule. *t.* Proc. transversus. *A.* M. levator cost. pr. *B.* M. levator cost. sec. *D.* M. scalenus pr.

Fig. G.

Aquila leucocephala. Die rechte obere Hälfte des Sternum von hinten gesehen mit den Costae appendiculares.

st. Sternum. *cI—vII.* Costae appendiculares. *Tp.* M. triangularis. *I.* M. intercostales.

Fig. H.

Falco pygargus. Bauchmuskeln von vorn gesehen. Rechts ist der M. obliq. abd. externus gelöst und zurückgeschlagen.

st. Sternum. *c.* Costa ultima. *p.* Os pubis. *PI.* M. pectoralis major. *R.* M. rectus abdominis. *Tp.* M. transversus abdominis. *O.e.* M. obliq. abd. externus. *O.i.* M. obliq. abd. internus.

Ueber eine eigenthümliche Beziehung der Haut-Nerven zur Athmung.

Von

Dr. Friedrich Falk,
prakt. Arzt zu Berlin.

Im physiologischen Laboratorium der hiesigen Hochschule habe ich mit gütiger Erlaubniss des Hrn. Professor du Bois-Reymond zahlreiche Experimente über den Ertrinkungstod angestellt, deren Ergebnisse ich demnächst an einem andern Orte veröffentlichen werde. Die Anregung verdanke ich Hrn. Prof. I. Rosenthal, welchem ich für die wirksame Unterstützung, zu der er sich jederzeit bereit erwies, meinen Dank öffentlich abstatte.

Indem ich mich zunächst darüber unterrichten musste, wie Thiere sich verhalten, wenn sie unter Wasser gelangen, ohne dass die Zuführung atmosphärischer Luft zu den Athmungs-Wegen unterbrochen wird, sie also auch nicht unter Wasser ersticken können, habe ich mich bei diesen Einleitungsversuchen von einigen physiologisch nicht uninteressanten Vorgängen überzeugt, auf welche schon vor längerer Zeit Prof. Rosenthal bei gleichartigen Experimenten aufmerksam geworden war; verhindert sie zu verfolgen hat er sie mir freundlichst zu weiterer Prüfung und Fortführung übergeben. Man löst nämlich jene von früheren Autoren, welche über den Tod im Wasser geschrieben und experimentirt haben, nicht genügend gewürdigte

Specialfrage, indem man sich eines von Hrn. Wilhelm Müller angegebenen, von Hrn. Rosenthal modificirten Apparates und Operations-Verfahrens bedient. In die unterhalb des Kehlkopfes geöffnete Trachea bindet man luftdicht eine einfach rechtwinklig gebogene Canüle; deren freies Ende steht durch einen Kautchuk-Schlauch mit einem durchbohrten conischen Zapfen in Verbindung, welcher wiederum luftdicht in das Hauptstück eines sich gablig theilenden Rohres eingeschliffen ist. Jeder Schenkel des gabligen Rohres steht mit einem Ventile in Verbindung, so dass die Luft durch das eine nur ein-, durch das andere nur austreten kann. Diese Ventile hatte schon Hr. W. Müller bei seinen Versuchen über die Beziehungen des O und der CO_2 zum Blute [1]) nach Art der Spritzflaschen construirt. Sie bestehen aus kleinen cylindrischen Gläschen von etwa 15 Cc. Inhalt, welche einen engen cylindrischen Hals haben. In diesen Hals wurde ein gut schliessender Kork eingepasst, welcher doppelt durchbohrt ist. In jede der Oeffnungen passte genau der absteigende Schenkel einer rechtwinklig gebogenen Glasröhre. Der eine dieser beiden Schenkel hat annähernd die Länge des engen Halses, während der andere unmittelbar unter der unteren Fläche des Korkes abgeschnitten war. Nachdem der Kork und beide Glasröhren durch Siegellack vollkommen luftdicht mit der Glasröhre verbunden worden, füllte W. Müller letztere so weit mit Quecksilber, bis die tiefere Röhre mit dem Ende in dasselbe eintauchte und zwar hatte er jene nicht tiefer als höchstens 1 — 2 Millimeter in Quecksilber tauchen lassen. Herr Rosenthal hat nun im Verlaufe seiner Experimente, welche den Athembewegungen und ihren Beziehungen zum Nervus vagus galten, bei Berechnung der in einer bestimmten Zeit aufgenommenen Luftmenge, welche er Athmungsgrösse genannt, anstatt des Quecksilbers Wasser in Höhe von etwa 5 Mm. als Sperrflüssigkeit angewandt, um den Widerstand möglichst zu verringern, welchen

1) Beiträge zur Theorie der Respiration. Wiener akademische Sitzungs-Berichte XXXIII p. 99. — Liebig's und Wöhler's Annalen der Chemie und Pharmacie. CVIII. p. 257.

wie Hr. Müller eingeräumt hatte, das Thier schon bei geringer Quecksilberhöhe zu überwinden hat und welcher bei ungünstigen Umständen eine wirkliche Ermüdung zur Folge haben kann. — In jener Weise modificirt diente der Apparat auch unsren Versuchen; indem auf solche Art die In- und Exspirations-Luft kurz vor der Canüle geschieden war, lief das Thier keine Erstickungsgefahr, wenn es auch Anfangs einige Unbequemlichkeit verspürte; zugleich gestatteten die Oscillationen der Sperrflüssigkeit und das Aufsteigen von Luftblasen in letzterer eine deutlichere Anschauung von dem Vorhandensein und dem Modus der Athembewegungen als die namentlich unter Wasser nicht recht sichtbaren Excursionen der Brust- und Bauchwandung; besonders konnte man sich bei genauer Betrachtung der Flüssigkeit in den Ventil-Flaschen von der jeweiligen Phase der Respiration, ob Ein-, ob Ausathmung sehr bequem unterrichten.

Als Versuchsthiere dienten Kaninchen und Meerschweinchen. Das Thier wurde mit den vier Extremitäten rücklings auf ein Brett befestigt, so dass es ein wenig mit dem Kopfe überragte, tracheotomirt und in oben erwähnter Weise zum eigentlichen Versuche vorbereitet. Die Flüssigkeit, in welcher das Verhalten des Thieres beobachtet werden sollte (klares Brunnenwasser) befand sich in einem so weit gefüllten gläsernen Gefässe, dass das Kaninchen bez. Meerschweinchen der ganzen Länge nach untergetaucht werden konnte.

Nun wird das ruhig athmende Thier unter Wasser gebracht — man ersieht aus der Betrachtung der Flaschen, dass die Respiration sofort stillsteht, wenn das Thier vor Beginn der Einathmung untergetaucht ist; geschieht es nach eingeleiteter Inspiration, so sieht man eine sofortige Exspiration und die Athmung steht still.

Dieser Athmungsstillstand ist nun fast niemals ein „augenblicklich" vorübergehender, andrerseits ist er auch in den bei weitem meisten Fällen nicht andauernd; nach einer gewöhnlich deutlich messbaren Unterbrechung wird die Respiration wieder eingeleitet, indem eine schwache Inspiration mit gleicher Ausathmung eintritt, an welche sich sofort ein ganz ebensolcher

Respirationsvorgang anschliesst, der alsbald einer regelmässigen Athmung Platz macht. Der Athmungs-Stillstand dauerte nach meinen Beobachtungen als Maximum 5 Minuten; war die Athmungsfrequenz vor Beginn des Versuches,[1]) z. B. bei einem (narkotisirten) Meerschweinchen 40 pro Minute, so war sie zwei Minuten nach Wiedergewinn der Athmung 36.

Nun ist es nicht ganz gleichgiltig, welche Theile des Thieres ausschliesslich oder vornehmlich mit dem Wasser in Berührung kommen, soll der Athmungs-Stillstand recht ersichtlich werden; besonders bedeutungsvoll war die Benetzung der vorderen Brustwand, was im Einklange mit der häufig zu machenden Beobachtung stehen mag, dass, wenn wir in ein kaltes Bad gehen, gerade die Befeuchtung der Herzgegend ganz besonders empfindlich wird und nicht selten eine kräftige Exspiration veranlasst. Am constantesten war die Erscheinung, d. h. das Experiment glückte jedes Mal, der Athmungs-Stillstand trat in allen Fällen ein und dauerte am längsten, wenn die Thiere mit dem Kopfe voran bis zur Herzgegend untergetaucht wurden; kamen sie mit den Füssen zuerst in's Wasser, so trat fast immer der Stillstand erst dann ein, wenn die Herzgegend benetzt wurde, jedoch auch dann nicht so constant und nicht von so langer Dauer wie im ersteren Falle; aber auch das blosse Untertauchen des Kopfes bis zum Schildknorpel des Larynx genügte in sehr vielen Fällen, das Phänomen zur Anschauung zu bringen. Ist der normale Athmungs-Rhythmus im Wasser wiederhergestellt, so kann man das Thier beliebig lange in der Flüssigkeit lassen, ohne dass neue Störungen im Respirations-Modus eintreten. Hat man das Thier herausgenommen und wartet einige Zeit, bis es sich wieder ganz erholt hat (wir werden alsbald noch erwähnen, dass jene Procedur, auch wenn sie den Wiedereintritt regelmässiger Athmung nicht gehindert hat, keine ganz harmlose für das Thier ward), so kann man den

1) D h. kurz vor dem Untertauchen, aber nach Tracheotomie und Verbindung der Canüle mit den Ventilen; nach letzterer Manipulation pflegt das in dieser Weise zu athmen ungewohnte Thier eine Zunahme in der Frequenz der an Ergiebigkeit einbüssenden Athemzüge darzubieten.

Versuch mit gleichem Erfolge wiederholen; hat man diese Wiederholungen des Experiments in verhältnissmässig kurzen Zwischenräumen eintreten lassen, so beobachtet man entweder gar keinen Athmungs-Stillstand, oder in anderen Fällen findet die Wiedereinleitung der Respiration nur mit Mühe statt, d. h. die ersten Athemzüge, wenn sie auch bald eintreten, sind kraftlos und steigern sich erst sehr allmählich zur normalen Energie, zuweilen tritt nach Beginn wieder eine zeitweilige Pause ein, in noch anderen kommt die Athmung überhaupt nicht wieder in Gang. Letzteres trat aber nicht blos bei Thieren ein, welche, wie die eben erwähnten, mehre Male schnell hinter einander jenem Experimente gedient hatten, sondern auch in einigen wenigen Fällen bei erstmaliger Anstellung des Versuches. Im Verhältniss zur Gesammtzahl der Versuchsthiere war die Zahl derjenigen, welche ihnen im Wasser selbst erlagen, ohne wieder zur Athmung zu kommen, eine sehr geringe. Dass aber nur das Untertauchen, die Berührung mit dem Wasser selbst die nächste Todesursache war, schliesse ich einerseits aus dem Umstande, dass ich alles was sonst zur Unterdrückung der Respiration hätte beitragen können, sorgfältig vermieden hatte, andrerseits aus dem Obductions-Befunde, welcher, überhaupt völlig negativ, namentlich das Fehlen jedes etwa auf Erstickungstod zu beziehenden Symptoms nachwies; auch war kein Bluterguss im Gehirne zu finden, an welchen man in so fern hätte denken können, als es möglich wäre, dass durch die starke Contraction der Hautgefässe bei plötzlicher Einwirkung des kalten Wassers eine bedeutende Steigerung des Blutdruckes und consecutive Gefäss-Zerreissung in inneren Organen bedingt würde. — Um zu sehen, wie sich bei jenem Athmungs-Stillstande in Exspirations-Stellung die Glottis verhält, geht man an die Beobachtung derselben von oben. Die Membrana hyothyreoidea wird durchschnitten, der Kehlkopf an der Epiglottis etwas hervorgezogen, so dass der Larynx mit den Nervenästen, welche auf die Gestaltung der Glottis und Entfernung der Stimmbandränder einwirken, also namentlich mit den Zweigen des Nervus recurrens in Verbindung bleibt. Durch die Epiglottis wird ein Faden geführt, dessen Enden an das Brett oder

an die Bauchhaut des Thieres selbst befestigt, so zwar dass man gehörig in den Luftcanal hinein und die Veränderungen des Durchmessers der Stimmritze überschauen kann. Wird nun das Thier z. B. mit dem Kopfe bis unter das Kinn, oder aber auch mit den Füssen voran bis zum Handgriff des Brustbeins untergetaucht, so findet ein schleuniger Verschluss der Stimmritze statt, welcher so lange anhält wie der Stillstand der Respiration überhaupt. Wie Hr. Rosenthal bei Reizung des centralen Endes des Nervus laryngeus superior gefunden hat, so kann man auch bei jenen Versuchen, im Vergleiche zu den vor dem Untertauchen stattfindenden Excursionen der Stimmbänder deutlich constatiren, dass nicht blos eine Verengerung der Stimmritze, sondern ein noch viel vollständigerer Verschluss derselben als bei der normalen Athmung eintritt, indem nicht blos der vordere Theil, die Glottis vocalis, sondern auch die Glottis respiratoria zusammengezogen wird, so dass die Stimmritze gleich nach dem Untertauchen des Thieres eine gerade Linie bildet, man also einen wirklichen „Spasmus glottidis“ vor sich hat. Bei Nachlass des den Schluss der Stimmritze bewirkenden Reizes war auch der hintere Theil der Glottis derjenige, welcher sich merklich früher öffnete, so dass vor dem Wiederbeginn der Erweiterung der Glottis die Stimmritze eine lineare Form annahm, an welche sich die Spitze des vom hinteren Glottistheile gebildeten Dreiecks anfügte.

Es gilt nun zuvörderst zu entscheiden, ob jener Athmungs-Stillstand lediglich als ein psychischer Act des gleichsam überrumpelten, erschreckten Thieres zu erachten ist. Der Einfluss des Willens auf eine zeitweilige Abnahme der Respirations-Frequenz selbst bis auf einen wenn auch kurzen Stillstand der Athmung ist bekannt. Dass aber die Willens-Thätigkeit des Thieres bei jenen Versuchen in Anspruch genommen ist, könnte man zunächst daraus schliessen, dass, wenn das Thier mit den Füssen zuerst und nicht ganz urplötzlich in's Wasser kommt, der Stillstand nicht so deutlich, oft gar nicht eintritt, während er gewöhnlich nicht ausbleibt, wenn der Kopf zuerst unter Wasser gelangt, der Eindruck der Kälte auf das Gehirn, der Schreck ein gewaltigerer ist; der Umstand hingegen, dass,

wenn das Thier mehre Male hinter einander in's Wasser gebracht, das Phänomen nicht so deutlich sichtbar wird, ja mitunter gar nicht zur Beobachtung kommt, könnte dann so erklärt werden, dass mit der längeren Dauer des Reizes die Willensstärke wie überhaupt die Hirnthätigkeit des Thieres alterirt wird. Dass nämlich das Sensorium wirklich durch den Verbleib im Wasser hart mitgenommen wird, daran kann man sich bei jedem Versuche auf die leichteste Weise überzeugen. Wenn die Thiere längere Zeit d. h. selbst nur sieben Minuten hindurch unter Wasser gehalten werden, oder mehre Male in kurzen Zwischenräumen hintereinander zu jenem Versuche dienen, so zeigen sie noch beim Herausnehmen eine auffallende Benommenheit.

Es war interessant zu vergleichen, wie häufig bei Stillstand der Respiration die Thiere sehr unruhige Bewegungen machten, während bei oder kurz nach Wiederbeginn der Athmung die Ruhe, die Apathie, endlich eine recht eigentliche Benommenheit Platz griff. Brachte man die Thiere heraus, so blieben sie noch mehr oder minder lange benommen, die Augen waren halb geschlossen, die Pupillen, welche in ihrem Durchmesser nichts auffälliges darboten, reagirten träge, die Augenlieder zuckten kaum bei Berührung der Conjunctiva, laute Geräusche oder Schläge auf Brust und Bauch riefen nur schwache Reactions-Erscheinungen hervor, kurzum es war durch die längere Einwirkung des Wassers ein Depressionszustand herbeigeführt. Indessen schon die oft erhebliche Dauer jenes Respirations-Stillstands macht es wahrscheinlich, dass dieser nicht oder nicht bloss ein durch die Willensthätigkeit bedingter ist.

Da nun von vorn herein Abtragung grösserer Gehirntheile in der Absicht, den Einfluss der Willensthätigkeit zu eliminiren, die Aussichten auf eine für die Anstellung subtiler Versuche erforderliche Erhaltung des Lebens der operirten Thiere nicht günstig erscheinen liess, so habe ich mich für jenen Zweck mit der Narkotisirung der Thiere begnügt. Da Chloroform, wie es zu einer tiefen Betäubung von Kaninchen nothwendig ist, häufig des guten zu viel leistete, d. h. oft einen schnellen Tod der Thiere herbeiführte, so blieb ich bei Einspritzung von

Morphium in die Venen; ich gebrauchte für mittelgrosse Kaninchen nahezu 1 Cubikcentimeter (fast den Inhalt einer gewöhnlichen Pravaz'schen Spritze) einer Lösung von Morphium aceticum 1 : 100, bei Meerschweinchen etwas weniger, um eine genügende Narkose zu erzielen. Tauchte ich nun die in der Narkose tracheotomirten und in gleicher Weise wie die anderen hergerichteten Thiere in und unter Wasser, so traten dieselben Erscheinungen ganz ähnlich zu Tage wie bei jenen, Stillstand der Athmung und Schluss der Stimmritze; somit konnte man sie auch ohne das Dazwischentreten psychischer Thätigkeit auf rein reflectorischem Wege zu Stande kommen sehen. Wir hätten somit auf diese Weise im Verein mit einer psychischen Einwirkung oder auch ohne diese einen als Reflexhemmung zu bezeichnenden Vorgang im Respirations-Nervensystem vor uns. Die Annahme eines solchen Processes kann an und für sich nichts Befremdendes haben, da die Untersuchungen des Hrn. Rosenthal gelehrt haben, dass die Reizung des centralen Endes des sensibeln Kehlkopfnerven, des Laryngeus superior, die Athmung seltener macht bis zum völligen Erlöschen derselben, in der That also eine reflectorische Inspirationshemmung ausgelöst wird. Es frägt sich nun, welches bei unseren Versuchen die sensible Bahn des Reflexvorgangs sein mag. Zunächst könnte man denken, dass die bei der Operation der Tracheotomie und den übrigen Manipulationen nothwendige Entblössung der Halseingeweide, namentlich der Halsnerven-Stämme und -Zweige eine directe Reizung derselben möglich mache, wie auch die auffällige Benommenheit der Thiere mit der unmittelbaren Abkühlung des dem Gehirne zuströmenden Carotidenblutes erklärt werden könnte Indessen blieb das Ergebniss dasselbe, wenn ich vor dem Eintauchen die Wunde mit Heftpflaster und Compressen vor einer so energischen directen Wirkung des Wassers schützte, zudem habe ich ja auch erwähnt, dass das Phaenomen gleichfalls sichtbar wurde, wenn das Thier mit den Füssen voran bis zur Höhe des Brustbein-Griffes untergetaucht wurde. Letzteren Versuch kann man auch der Deutung entgegenhalten, welche Hr. Rosenthal einigen alsbald zu besprechenden Experimenten Schiff's giebt.

16*

Er meint nämlich, dass der Stillstand der Athmung bei Reizung der vom Trigeminus stammenden Nerven der Regio nasalis einfach durch die Erregung der centripetalen Schleimhautnerven der Nase hervorgerufen sei, deren reflectorische Beziehung zum Athmungscentrum u. a. das Niesen (also vornehmlich auch eine kräftige Exspirations-Bewegung) bewirkt. In der That konnte ich mich bei den Versuchen, welche den Beobachtungen der Stimmritze galten, deutlich davon überzeugen, dass der Schluss der Glottis nicht recht sichtbar war, wenn blos Hinterhaupt, Stirn und Nacken untergetaucht wurden, aber sofort eintrat, sobald die Nasenspitze unter das Niveau des Wassers gesenkt wurde. Hingegen verweise ich doch auch auf das kurz vorher erwähnte Experiment, welches den Stillstand der Athmung bekundete, auch wenn die Nase, überhaupt der Kopf, über dem Wasser blieb.

Es bleibt also nur übrig gewissen Hautnerven, namentlich der Brustwand, eine solche reflexhemmende Einwirkung auf das inspiratorische Nervencentrum in der Medulla oblongata zuzusprechen.

Indem unsere Experimente grade eine so eigenthümliche Beziehung der Hautnerven zur Athmung nahe legen, eine Beziehung, welche ich auch deutlich constatiren konnte, wenn vor dem Versuche beide Nervi laryngei durchschnitten waren, so finden wir eine Bestätigung gewisser Versuchsergebnisse, zu welchen Hr. Schiff bei Prüfung der Rosenthal'schen Untersuchungen über Vagus und Athembewegung gelangt ist. Schiff[1]) theilt mit, dass er bei Reizung bestimmter Hautnerven von Kaninchen und Meerschweinchen einen gleich deutlichen Stillstand in Exspirations-Stellung erfolgen sah wie Hr. Rosenthal bei Reizung des centralen Endes des N. laryngeus super. Schiff bezeichnet als solche Hautnerven einen Zweig des Maxillaris superior, wie auch einen Nerv, welcher sich an der Basis des äusseren Ohres, ein wenig unterhalb des Foramen stylo-mastoideum befinden soll; er beobachtete den Respirations-Stillstand auch wenn er kurz vor dem Versuche die Thiere gewöhnt hatte durch eine Hals-Trachealfistel zu respiriren, wie

1) Comptes rendus, T. LIII. 1861. p. 330.

auch wenn er den Kehlkopf mit feuchter Baumwolle ausgestopft hatte, um jeden Luftdurchtritt durch den oberen Theil des Athmungs-Schlauches hintanzuhalten, endlich auch wenn er mit der Reizung jener Hautnerven die Resection des Laryngeus superior verband. Bei anderen Kaninchen und Meerschweinchen fand er eine ganz ähnliche Rolle der Hautnerven des Halses, des Kopfes und der Brustwand, bei manchen selbst des ganzen Vorderrumpfes. Es zeigt dies aus Schiff's Versuchen angeführte eine unverkennbare Uebereinstimmung mit den Folgen der bei unseren Experimenten bewirkten Reizung der Hautnerven.

Auch Schiff hatte schon durch mehre Modificationen des Versuches dargethan, dass jener Respirations-Stillstand nicht der Furcht und dem Schrecken der Thiere zuzuschreiben ist. Ich überlasse den Physiologen, die von Schiff bezeichneten Hautnerven einzeln auf ihre Beziehung zum cerebralen Respirationscentrum zu prüfen; wird doch bei unseren Versuchen und nun gar bei menschlichen Ertrinkungsfällen, zu deren physiologischer Begründung jene leiten sollten, eine grössere Gruppe von Hautnerven zugleich getroffen.

Den Grund, weshalb Schiff bei grossen Thieren nicht immer den Athmungs-Stillstand beobachtete, suche ich darin, dass er, der nur elektrisch oder mechanisch durch Kneifen, Drücken die Nerven reizte, eine zu starke Irritation meiden musste, um nicht den Thieren Schmerz zu verursachen, da der Schmerz für sich allein im Stande ist, die Respirationsfrequenz zu steigern, und deren Energie zu vermehren, wofür Experimente und das Krankenbett genügende Beispiele liefern. Es können auch meine Versuche hierfür einen Beleg abgeben. Als ich einmal unabsichtlich ein gesundes, natürlich wie alle, tracheotomirtes Thier und ein andermal ein nur schwach narkotisirtes in heisses Wasser eintauchte, fand kein Stillstand der Athmung statt, der aber sofort eintrat, als das sogleich aus jener Flüssigkeit entfernte und wieder beruhigte Thier in gehörig abgekühltes Wasser getaucht wurde. Wir haben somit gerade in der Einwirkung des (nicht heissen) Wassers einen Reiz, welcher bei Thieren und jedenfalls auch beim Menschen

auf die Hautnerven und zwar auf eine grosse Partie zugleich genügend, zuweilen sogar zu mächtig einwirkt, ohne Schmerz zu erregen.

Man könnte den beim Untertauchen der Thiere in Wasser auf die Nerven ausgeübten Reiz als einen thermischen bezeichnen, insofern als die Erregung durch die Abkühlung der Nervenendigungen bedingt werde. Indessen ist doch zu bemerken, dass die Temperatur des Wassers, immer vorausgesetzt, dass es nicht durch zu grosse Hitze Schmerz erweckt, sich nicht von entscheidendem Einflusse auf das jedesmalige Gelingen des Experimentes zeigt. Wurde nämlich des narkotisirte oder bei vollem Bewusstsein befindliche Thier in Wasser von einer Temperatur, die nur wenig über Blutwärme stand, getaucht, so fand Stillstand in Exspirations-Stellung statt, wie wenn das Thier in Brunnenwasser von 11° bez. 9° R. getaucht ward; nicht immer konnte ich mich überzeugen, dass, wenn ich ein und dasselbe Thier zuerst in Wasser von 11° und dann nach vollständiger Erholung in solches von 30° tauchte, in dem einen Falle der Stillstand merklich länger anhielt als im andern. Freilich ist zu bedenken, dass bei allen Versuchen eine wenn auch mitunter nur geringe Abkühlung stattfand; will man dann in letzterem Falle den thermischen Reiz für zu gering erachten, so kann man den mechanischen für um so bedeutungsvoller erachten, der bei schnellem Untertauchen und wenn ein grosses Thier oder ein Mensch plötzlich mit dem ganzen Körper in die Flüssigkeit gelangt, zur Geltung kommt. Ist doch die Haut an Nerven so reich und deren Endigung nach neusten Untersuchungen doch eine ziemlich oberflächliche. Wenn wir also jenen Athmungs-Stillstand als einen durch die Hautnerven eingeleiteten reflectorischen Vorgang erklären, so muss jener gewöhnliche Erfolg des Versuches ausbleiben, wenn man den Einfluss jener Nerven eliminirt; man müsste dazu etwa das centrale Nervenorgan oberhalb der Ursprungsstätte jener Nerven durchschneiden, da jedoch, wie wir gesehen haben, vermuthlich verschiedene Nervengebiete zugleich, sodann aber vornehmlich die Hautnerven der Brustwand in so wesentlichen Betracht kommen, würde ein solcher Durchschneidungs-Versuch an einer

so hohen Stelle zu einem ebenso schwierigen wie auch in Anbetracht der nachher noch nothwendigen Manipulationen misslichen Experimente. Dagegen erscheint die Kälte als ein Agens, welches unter Umständen die periphere Nervenendigung unempfindlich für Reize macht, also gleichsam lähmt, ohne zu gleicher Zeit die Centra zu laediren; wie erwähnt, blieb nämlich, wenn das Thier schnell hinter einander zur Wiederholung des Versuches gedient hatte, manchmal der Athmungs-Stillstand aus; die Erklärung liegt nahe, eine Lähmung der peripherischen Nervenendigungen anzunehmen, wenn wir bedenken, wie wir uns häufig namentlich nach einem kalten Bade erstarrt fühlen und bei sonst reger Gehirnthätigkeit, die Hautempfindlichkeit auch objectiv herabgesetzt ist.

Hat nun jene plötzliche Einwirkung des Wassers nachgelassen, nachdem sie durch Fortpflanzung des Reizes auf der Bahn der Hautnerven im centralen Respirationscentrum einen Hemmungsprocess herbeigeführt, so beginnt, wie erwähnt, in den bei weiten meisten Fällen noch unter Wasser die Athmung wieder und erlangt alsbald ihren normalen Charakter. In etlichen Fällen kehrte nun, wie gleichfalls erwähnt, die Athmung überhaupt nicht wieder; in einigen war die Anwendung von Wiederbelebungsmitteln nöthig, um die gänzlich stockende Respiration wieder in Gang zu bringen oder die an und für sich schwachen Athembewegungen zu der Energie, welche vor Beginn des Versuches vorhanden war, zu bringen.

Bei den analogen Rosenthal'schen Versuchen über Laryngeusreizung liess der dabei eintretende Respirations-Stillstand stets noch unter Andauer des Reizes von selbst d. h. durch den Gegenreiz des an O verarmenden Blutes nach. In unseren Versuchen aber kann der Reiz, welcher auf die Hautnerven ausgeübt wurde, aus mehreren Gründen zu mächtig werden und bei der centripetalen Fortpflanzung einen zu kräftigen (Hemmungs-) Einfluss auf das Athmungscentrum ausüben, als dass eine Wiederkehr der normalen Functionirung möglich wäre. Es wird dies um so wahrscheinlicher, je mehr der für die Respiration in jener Weise bedeutsamsten Hautnerven beim Untertauchen getroffen werden; der Reiz wird weiterhin um so

intensiver sein, wenn auch nicht in bestimmtem Verhältniss, je mehr die Temperatur der Flüssigkeit von derjenigen der Körperoberfläche verschieden war. So könnte man jenes physiologische Experiment zur Erklärung der Erfahrungsthatsache heranziehen, dass ein jäher Tod denjenigen ergreifen kann, welcher erhitzt in dieselbe Flüssigkeit geräth, in welche ein gehörig Abgekühlter hineingelangt, ohne einen dauernden Schaden für die Gesundheit davonzutragen. Es liegt eine solche Erklärung näher als die übliche Anschuldigung einer plötzlichen Störung der Hautfunction und einer noch hypothetischen Zurückhaltung schädlicher Stoffe, sei es nun dass man hierfür die secretorische oder die perspiratorische Thätigkeit der Haut für wichtiger halten will. Der Reiz auf die Hautnerven beim Hineintauchen eines erhitzten Körpers in das Wasser wird um so mächtiger, die Temperaturdifferenz um so wirksamer sein, als in einem erhitzten Körper mehr Blut, auch wärmeres Blut die Hautoberfläche durchströmt, somit auch die Hautnerven umkreist. Nächstdem könnte man auch in der lebhaften Schweissbildung einen Umstand erkennen, welcher eine grössere Auflockerung des Gewebes bedingend den Zulauf des Wassers zu den Nervenendigungen erleichtert, somit auch den mechanischen Reiz zu steigern beiträgt. Dass mitunter der thermische Reiz verhältnissmässig nicht stark zu sein braucht, glaube ich in der Beobachtung zu lesen, dass, wenn ich z. B. Thiere in Wasser von 12° untergetaucht und sie herausgenommen hatte, nachdem die Athmung wieder völlig in Gang gekommen war, im Augenblicke des Herausbeförderns an eine Zimmerluft von etwa 17°, ein deutlicher, aber schnell vorübergehender Respirations-Stillstand eintrat.

Wenn wir den Wiedereintritt der Athmung als eine Folge des Reizes ansehen, welchen das an O verarmende Blut auf das centrale Respirationscentrum ausübt, so kann dieser Reiz ohnmächtig werden, zuweilen also auch beim Hineingelangen in's Wasser ein jäher Tod erfolgen, wenn das Centrum, gleich viel durch welche Ursache, an Erregbarkeit eingebüsst hat. Solche Ursachen sind unter Umständen die Narkose, ausserdem beim

Menschen der Rausch, die Ermüdung und rein geistig deprimirende Momente, die Kälte vermag ein gleiches. Ich habe schon oben als Gegenstück zu anderen Experimenten hervorgehoben, dass in einigen der Fälle, in welchen ich die Thiere ohne längere Unterbrechung mehrmals hinter einander zum selben Experimente benutzte, diese schliesslich nach dem Untertauchen nicht mehr wieder zum Athmen kamen. Es liegt hier nahe anzunehmen, dass die Wiedererweckung der normalen Athmung ausblieb, weil das die Medulla oblongata durchströmende Blut zu kalt für die Unterhaltung einer normalen Hirnfunction geworden war. Eine Abkühlung des Körpers, damit auch des Hirnblutes, tritt bei allen jenen Versuchen ein; um so merkbarer, je länger das Thier im Wasser bleibt, je häufiger man es zu demselben Versuche hinter einander benutzt, ohne jedesmal eine vollständige Erholung auch in Bezug auf die Körpertemperatur abzuwarten. In einem Falle, in welchem ein Kaninchen im Ganzen viermal zu dem Versuche gedient hatte und die Gesammtzeit der Einwirkung des Wassers von 15° nahezu eine Viertelstunde betrug, fand ich die Temperatur im Rectum von 39° auf 25° R. gesunken. Die Abkühlung, die starke Wärme-Ausstrahlung bei einem Thiere, welches im Verhältniss zur Körpermasse eine so grosse Oberfläche darbietet, war auch bei einigen jener Versuchsthiere der Grund, weshalb sie, nachdem die Athmung schon unter Wasser fortgesetzt wurde, dennoch nach Beendigung des Versuches, welchen ich immer mit Loslösung der Canüle beschloss, zu Grunde gingen; der Sopor, welcher sich ihrer schon im Wasser bemächtigt hatte, wich nicht und in tief comatösem Zustande erfolgte der Tod, welcher in den Leichen keine nennenswerthe Organanomalie und sei es auch nur in der Blutvertheilung hinterliess. Ausserdem wurde bei anderen der Tod nachträglich dadurch herbeigeführt, dass die gleich beim Einführen der Canüle ein wenig irritirte hintere Luftröhrenwand nun nach Herausbeförderung der Canüle bei den etwas forcirten Athembewegungen entzwei riss. In einem Falle, wo schon bei der Tracheotomie mit darauf folgender Canüle-Einführung ein Bluteinströmen in die Luftröhre nicht

umgangen war und dadurch Erstickungsgefahr mit häufigen und tiefen Respirationen bedingt wurde, trat der Stillstand beim Untertauchen wohl ein, auch begann die Athmung nach kurzer Zeit wieder, der Tod des Thieres erfolgte aber unter Erstickungs-Erscheinungen viel früher, als er nach Vergleichsbeobachtungen zu schliessen ohne intercurrente Wassereinwirkung erfolgt wäre.

Dass aber auch peripherische Hindernisse für die völlige Wiederherstellung der Respiration im Wasser selbst obwalten können, davon glaube ich mich bei einem Experimente ganz deutlich überzeugt zu haben. Ein Thier, welches einmal wieder seine Respiration hergestellt und sich überhaupt so ziemlich erholt hatte, wurde wieder untergetaucht; nach drei Minuten langem Stillstande beginnt eine Inspiration mit energischer Ausathmung, es folgt eine schwächere Einathmung mit entsprechender Exspiration, das Thier ist aber gleich sehr unruhig, es scheint bei einer zweiten Inspiration unter Wasser kräftige Schluckbewegungen zu machen und die Athmung kehrt nicht wieder, sofort herausgenommen kommt es trotz aller Rettungsversuche zu keinem Lebenszeichen mehr. Die Section ergiebt eine starke Anfüllung des Magens mit einer Menge klarer wässriger Flüssigkeit, wie sonst kaum im Kaninchenmagen zu finden, und welche den nie leeren Magen in diesem Falle ganz besonders ausgedehnt zeigte. Hier musste also diese Magenanfüllung eine Behinderung für die Contraction des Zwerchfells abgeben, welche dadurch noch bedeutungsvoller wurde, dass das Thier beim Einathmen auch den Widerstand der in der Ventilflasche ruhenden Wassersäule zu überwinden hatte. Ich betone diesen Versuch und seine Deutung, weil ich darin die Möglichkeit einer Begründung der von Aerzten wie Laien vielleicht übertriebenen Scheu vor dem Baden kurz nach der Mahlzeit erblicken möchte.

Man könnte nun den Zustand des Thieres, wenn es athemlos im Wasser liegt, um in den meisten Fällen schnell wieder zur Respiration zu gelangen, einer Ohnmacht an die Seite stellen. Dass wir es aber bei jenen Experimenten durchaus nicht mit einer Art von Synkope zu thun haben, beweisen nicht

blos die während und trotz des Athemstillstands mitunter recht lebhaften Bewegungen, mit denen sich das Thier der unangenehmen Situation zu entziehen strebt, instructiver ist die genaue Betrachtung der Herzthätigkeit selbst. Wurde vor dem Untertauchen der (natürlich tracheotomirten u. s. w.) Thiere die Middeldorpf'sche Acupuncturnadel in's Herz gestossen, so konnte man bei Betrachtung der Schwingungen des freien Theils der Nadel sich überzeugen, wie beim Untertauchen bei gleichzeitiger Unterbrechung der Respiration das Herz ruhig fortschlägt und nur wenig schwächer in Folge der stillstehenden Athmung wird, um nach deren Wiederkehr sofort wieder ganz wie früher zu agiren. Zugleich ist dies ein Beweis, dass bei jenem Untertauchen der Thiere der psychische Einfluss nicht zu besonderer Geltung kommt, da in Folge desselben nach Wagner's Untersuchungen das Herz momentan, selbst dauernd, zu schlagen aufhören kann. Sehr deutlich zeigte sich die geringe Abhängigkeit der Herzthätigkeit von jenem auf die Hautnerven ausgeübten Reize bei einem Falle, in welchem es nicht zur Wiederkehr der Athmung kam und das Herz noch längere Zeit nach dem doch jedenfalls bei oder kurz nach dem Untertauchen erfolgten Tode regelmässig fortschlug.

Von einer auffälligen Schwächung oder gar Lähmung der Herzthätigkeit wie bei der Ohnmacht, kann also keine Rede sein und haben wir schon im Vorigen eine grosse Analogie der Wirkung der Laryngeus-superior-Reizung und der bei unseren Experimenten hervorgebrachten Irritation der Hautnerven erkennen können, so scheint somit auch in Betreff des Verhaltens zur Circulation eine Uebereinstimmung zu herrschen, wenigstens haben, ähnlich wie schon Hr. Rosenthal, so die Hrn. Aubert und G. Roever bei Reizung des centralen Stumpfes des Nerv. laryngeus superior eine Einwirkung auf die Pulsfrequenz nicht beobachtet,[1]) vielmehr war bei ihren Experimenten wie bei den meinigen eine durch die Steigerung des

---

1) Ueber die vasomotorischen Wirkungen des Nervus vagus, laryngeus und sympathicus. Pflüger's Archiv, Bd. I. Heft 4.

Blutdruckes unbeeinflusste Gleichmässigkeit der Pulsfrequenz ersichtlich.

Ich stehe nun schliesslich nicht an, diese bei älteren Thieren gewonnenen Ergebnisse auch auf Vorgänge bei Neugebornen zu übertragen. Früher hat man nämlich allgemein angenommen, dass der Reiz der kälteren Luft nach dem Verlassen des mütterlichen Organismus durch die sensibeln Nerven der Haut des Kindes dem Respirationscentrum einen reflectorischen Impuls mittheile, welcher die erste Einathmung zur Folge habe. Nach neueren Untersuchungen hat man dann im Gegentheil das Hauptgewicht auf die directe Reizung des cerebralen Athmungscentrum durch das O-arme Blut gelegt, die Hautnerven-Reizung sollte höchstens ein adjutorisches Moment abgeben. Auch letzteres aber kann ich ihr nicht einräumen, sondern die hier besprochenen Experimente veranlassen mich anzunehmen, dass dem Hemmungsreize, welcher auf die Hautnerven nach der Geburt ausgeübt wird, erst durch die directe Hirnreizung, welche das O-arme Blut ausübt, mit Erfolg entgegengewirkt werden muss, ehe die erste Inspiration erfolgt.

Auch ich habe öfters Entbindungen beigewohnt, von denen ich wörtlich ein gleiches wie Hr. B. Schultze[1]) berichten kann: „dass bei normalen Geburten das Kind mit wenig oder gar nicht verminderter Pulsfrequenz, mit kräftiger Pulsation im Nabelstrang, mit gesundem Aussehn, weder blauroth noch bleich, zu Tage trat und doch zunächst nicht athmete. . . . . . „Es vergeht eine Pause von Secunden, selbst mehrere Minuten, bis das Kind entweder sogleich mit lautem Geschrei oder mit Anfangs ganz seichten, nach und nach an Tiefe gewinnenden Respirationen die Athmung beginnt, um sie ungestört fortzusetzen. Die Abwesenheit jeder Spur von Rasselgeräuschen, jeder Spur von Geburtsflüssigkeiten im Mund und Rachen geben den Beweis, dass das Kind in der Mutter nicht Athembewegungen gemacht hat; denn an intrauterines vorausgegangenes

1) Zur Kenntniss von der Einwirkung des Geburtsactes auf die Frucht. Virchow's Archiv. Bd. XXXVII. p. 145.

Athmen mit verlegten Athemöffnungen wird bei so leichter Asphyxie, wenn man den Zustand überhaupt so nennen will, nicht zu denken sein."

Schultze will nun alle diese Fälle mit Vorgängen, welche noch innerhalb der Geburtswege auf den Foetus eingewirkt haben, in Verbindung bringen und für viele derselben kann man dies gelten lassen, aber für manche glaube ich annehmen zu müssen, dass einfach der Reiz auf die Haut des gebornen Kindes in jener Weise die erste Athmung hintangehalten hat. Hierauf will ich auch einige der nicht seltenen Fälle zurückführen, bei welchen nach einem Partus präcipitatus das Kind nicht zum Athmen kommen will; hier ist durch die Schnelligkeit des Vorgangs jener Hemmungsreiz um so intensiver; für viele dieser Fälle kann ich allerdings die von Schultze betonte deletäre Wirkung der sich überstürzenden Wehen, von denen jede für sich schon vorübergehend die foetale Herzthätigkeit herabsetzt, zugeben. In den meisten Geburtsfällen wird nun jene (Hemmungs-) Reizung der Hautnerven eine nicht auffällige, einfach, weil meist die Kinder in Betten u. dgl. auf die Welt kommen, woselbst sie eine von der gewohnten nicht beträchtlich abweichende Temperatur vorfinden, während bei Kindern, die in Schnee u. dgl. geboren werden, dieser Umstand, der alten Anschauung entgegen, für den Eintritt und die Unterhaltung der Respiration nicht eben förderlich ist.

Früchte, die in ungerissenen Eihäuten geboren werden, sterben nicht, wie man öfters noch liest, weil „der Eintritt in das kältere, dünnere Medium der Atmosphäre und die dadurch hervorgerufene Empfindung der Kälte, also die normalen Erregungsmittel für die Inspirationsmuskeln fehlen," sondern es werden wie nach jeder Unterbrechung des Gasaustausches in der Placenta Athembewegungen hervorgerufen, welche keinen O zuführen und zum Ertrinkungstode führen, wie bei anderen Früchten schon sehr tiefe Inspirationen im Uterus eintreten können, woselbst also jenes „normale Erregungsmittel" gar nicht in Frage kommt.

Unsere Ansicht, dass jene Reizung der Hautnerven eine die erste extrauterine Athmung nichts weniger als fördernde

Einwirkung ausübt, kann man nicht mit dem Hinweise darauf bekämpfen, dass Hautreize zur Wiederbelebung Neugeborner mit Erfolg zur Anwendung kommen. Zuerst werden z. B. beim Bürsten der Handteller und Fusssohlen Nervenpartieen betroffen, welche vielleicht nicht in so eigenthümlichem Connex zum Respirationscentrum stehen, bei anderen Proceduren kommt aber noch der Schmerz in Betracht, welcher die Respiration gerade fördert; selbst die erste Folge der gewöhnlichen geburtshilflichen Manipulation, der unsanften Berührung der nates, ist ein Schmerzensschrei des Kindes.

Eine Verwerthung der mitgetheilten Beobachtungen für die Lehre vom Ertrinkungstode wird am betreffenden Orte versucht werden.

Ueber Hemmung der Thätigkeit der motorischen Nervencentra durch Reizung sensibler Nerven.

Von

Dr. Lewisson,
in Berlin.

In der Absicht, die Lungenathmung bei Fröschen durch eine unblutige Operation zu sistiren, versuchte ich, denselben einen Kautchukring unterhalb des Unterkiefers anzulegen. Meine Absicht wurde hierdurch allerdings erreicht, jedoch zeigten sich gleichzeitig bedeutende Nebenwirkungen. Die Frösche sassen mit eng an den Leib angezogenen Extremitäten da, ohne Versuche zu willkürlichen Bewegungen zu machen; wenn ich die Extremitäten abzog, so zogen sie dieselben nur langsam wieder an, ohne die Flucht zu ergreifen, sie liessen sich auf den Rücken legen, ohne aus dieser Lage sich zu befreien, dabei brach über den ganzen Körper eine sehr lebhafte Schweisssecretion aus und nach 24 Stunden fand ich die so behandelten Frösche zumeist todt vor, während andere Frösche, denen ich zu derselben Zeit die Lungen unterband, 8 Tage hindurch und länger am Leben blieben. Bereits Edwards suchte bei Fröschen durch starkes Zusammenschnüren des Halses die Lungenathmung auszuschliessen, jedoch beschreibt er nicht die geschilderten Wirkungen dieser Operation und

doch mussten dieselben völlig räthselhaft erscheinen, denn dass die Hemmung der willkürlichen Bewegungen durch mangelhafte Zufuhr von Blut zum Gehirn in Folge der bei dem Versuch möglicher Weise stattfindenden Compression der Aortenbögen bedingt sein sollte, war nicht anzunehmen, weil Frösche mit ausgeschnittenem Herzen sehr energische willkürliche Bewegungen machen; ebenso wenig lässt sich die Erscheinung von Blutstauung im Gehirn herleiten, weil ich mich überzeugte, dass die willkürlichen Bewegungen nach Unterbindung der Vena cava superior mit ungeschwächter Intensität andauerten. Veränderungen in der Textur des Gehirns und Rückenmarks, so wie ihrer Häute waren bei den Versuchsthieren nicht zu constatiren; auch konnte dies schon aus dem Umstande geschlossen werden, dass dieselben, wenn man den Ring nach einiger Zeit wieder entfernte, ihre frühere Motilität zurückerhielten.

Da man sich sagen musste, dass durch den Ring eine Gruppe sensibler Nerven, die in der Haut, so wie den darunter befindlichen Theilen verlaufen, von einem starken und continuirlichen Reiz getroffen werden, so dachte ich an die Möglichkeit, dass durch diese Erregung sensibler Nervenbahnen ein hemmender Einfluss auf die motorischen Centra ausgeübt werde. Um dies zu entscheiden, wandte ich mich zunächst an die Reflexe vermittelnden Apparate des Rückenmarks.

Hervorzuheben ist an dieser Stelle zuvörderst, dass schon Goltz[1]) für eine einzelne Reflexerscheinung, nämlich für das Quaken der Frösche, das bei sanftem Streichen der Rückenhaut nach Durchschneidung dicht unterhalb der Grosshirnhemisphären erfolgt, nachgewiesen hat, dass ihr Zustandekommen durch Umschnürung eines Beines für einige Zeit gehindert werden kann. Goltz spricht sich dahin aus, dass der hierbei thätige Reflexmechanismus durch die starke Reizung sensibler

Goltz, über reflectorische Erregung der Stimme des Frosches. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. Jahrgang 1865. Nr. 45.

Fasern für einige Zeit in seiner Thätigkeit gehemmt wird. Es ist aber nicht blos dieses Reflexphänomen, dessen Zustandekommen durch Reizung sensibler Fasern gehindert werden kann. — Durchschneidet man die Medulla unterhalb der Setschenow'schen Reflexhemmungs-Centra und untersucht, welche Zeit verstreicht, bis der an seinem Unterkiefer aufgehängte Frosch die eine in ein wenige Tropfen Acid. sulph. enthaltendes Glas Wasser getauchte hintere Extremität aus demselben hervorzieht, so wird man finden, dass der Zeitraum ein grösserer ist, wenn die nicht eingetauchte Extremität stark gereizt wird, als in dem anderen Falle, wo sie blos festgehalten wird. Schlug z. B. das Metronom 100 Mal in der Minute und wurde das rechte Hinterbein des Frosches, nachdem ihm die Medulla durchschnitten war, bis zum Kniegelenk in das schwefelsäurehaltige Wasser getaucht und das linke Hinterbein nur festgehalten, so zog der Frosch nach 11 Schlägen das rechte Bein hervor; wurde hingegen das linke Hinterbein gleichzeitig mit einer Schieberpincette eingeklemmt, so trat das rechte Bein erst nach 15 Schlägen über die Oberfläche der Flüssigkeit hervor. Ein anderer, in derselben Weise präparirter Frosch zog sein rechtes Bein nach 5 Schlägen aus der Flüssigkeit hervor, wenn das linke nur an Bewegungen gehindert wurde; wurde letzteres dagegen zugleich durch einen elektrischen Strom (du Bois'scher Schlittenapparat, 1 D., Rollenabstand: 40 Mm.) am Fussrücken gereizt, so zog der Frosch das rechte Bein erst nach 8 Schlägen aus der Flüssigkeit hervor. Indessen bedarf es dieser Vorrichtungen nicht, um zu constatiren, dass durch eine starke Reizung sensibler Nerven eine Verminderung der Reflexbewegungen hervorgerufen wird.

Wenn man unterhalb der Reflexhemmungscentra die Medulla durchschneidet, so gelingt es oft, die ganz enorm starken Reflexbewegungen, die durch leises Berühren der Aftergegend oder der Zehen der Hinterbeine ausgelöst werden, gänzlich aufzuheben, wenn man z. B. die beiden vorderen Extremitäten an ihrem Ansatz an den Rumpf zwischen Schieberpincetten einkneift oder durch Umschnüren mit breiten Bändern die dort befindlichen sensiblen Nerven stark reizt; jedenfalls ist

es immer möglich, nach Anbringung der geschilderten Reize eine bedeutende Abnahme der genannten Reflexbewegungen zu constatiren; dies gelingt in gleichem Grade auch wieder, wenn der Reiz durch Application eines starken Inductionsstromes ausgeübt wird. Reizung der Haut- und Muskelnerven an anderen Körperstellen, vorzüglich der die untere Thoraxfläche bedeckenden Haut bewirken ebenso bedeutende Abschwächung, respective Aufhebung der Reflexbewegungen. In allen Fällen folgt die Aufhebung der Reflexbewegnngen, ohne dass eine Erhöhung der Reflexthätigkeit voraufgegangen wäre, so dass also von einer Erschöpfung nach Ueberreizung nicht die Rede sein kann. Die lähmende Einwirkung dauert stets noch einige Zeit nach der Entfernung des Reizes an; um so länger, je länger der Reiz eingewirkt hatte.

Durch eine Reihe von Versuchen gelang es festzustellen, dass bei dieser Aufhebung der Reflexthätigkeit die Erregbarkeit der motorischen Nerven für den elektrischen Strom ungeschwächt erhalten blieb. Es geht hieraus hervor, dass die Lähmung nur die Reflexcentra und nicht zugleich auch die Leitung in den motorischen Nerven betrifft. Dass es ferner bei den geschilderten Versuchen nicht eine durch die starke Umschnürung bewirkte Lähmung sensibler Nerven sein kann, sondern dass es eine Reizung derselben sein muss, welche den lähmenden Einfluss auf die Reflexcentra hat, geht daraus hervor, dass die nach der Durchschneidung der Medulla dicht unterhalb der Setschenow'schen Reflexhemmungscentra mit den Hinterbeinen vollführten Reflexbewegungen nach der Exarticulation beider Vorderbeine in dem vor der Operation bestandenen Maasse auch fortbestehen bleiben. Um aber ganz sicher zu sein, dass es die sensiblen Nervenbahnen sind, durch welche der lähmende Einfluss, wenn ich so sagen darf, zu den Reflexcentren getragen wird, stellte ich folgenden Versuch an.

Nachdem ich wieder die Medulla an der gewöhnlichen Stelle durchschnitten hatte, überzeugte ich mich, dass die bis dahin sehr energisch erfolgenden Reflexbewegungen mit den Hinterbeinen durch Einschnürung der Vorderbeine bedeutend abgeschwächt, respective sistirt wurden, entfernte alsdann die

Schlingen und durchschnitt die hinteren Rückenmarkswurzeln von oben herab bis zu den grossen Wurzeln, welche die von den Vorderbeinen kommenden sensiblen Nerven vereinigen, letztere natürlich eingeschlossen. Alsdann wartete ich, bis der Frosch sich so weit erholt hatte, dass er wieder starke Reflexbewegungen machte und brachte abermals den früheren Reiz an den nämlichen Stellen an; jetzt zeigte sich auch nicht die mindeste Abnahme in der Intensität der Reflexbewegungen, sofort aber wurden dieselben wieder sistirt, wenn der Reiz eine Stelle traf, deren sensible Nerven noch mit der Medulla in Verbindung standen, wenn ich also z. B. die Hautfalten in den hinteren Schenkelbeugen mit Schieberpincetten kniff. Da jedoch zur Vollführung der genannten Operation das Rückenmark in einer ziemlichen Ausdehnung blossgelegt werden muss, so verliert der Frosch durch dieselbe einen grossen Theil seiner Reflexerregbarkeit und es ist daher zweckmässiger, den Versuch so auszuführen, dass man zunächst die Medulla oberhalb der Nervenwurzeln für die vorderen Extremitäten durchschneidet und die Klemmpincetten an letztere anlegt. Werden jetzt die Reflexbewegungen sistirt, so treten sie wieder ein, wenn man nun auch dicht unterhalb der genannten Wurzeln die Medulla durchschneidet; legt man alsdann aber die Pincetten an die Bauchhaut dicht oberhalb der hinteren Extremitäten an, so vermisst man von Neuem Reflexbewegungen. Damit aber auch die letzte Beobachtung zutrifft, ist es unerlässlich, dicht unterhalb der genannten Wurzeln zu durchschneiden, denn wenn man eine zu tiefe Stelle wählt, so werden auch die sensiblen Nerven für den Hinterkörper des Frosches aus ihrem Zusammenhange mit dem Rückenmark gelöst.

Aus diesen Versuchen geht zur Evidenz hervor, dass man im Stande ist, durch eine starke Reizung sensibler Nerven die Thätigkeit der Reflexcentra des Frosch-Rückenmarks zu hemmen.

Es handelt sich nun weiter darum, ob auch der willkürliche Antrieb zu Bewegungen durch Reizung sensibler Nerven gehemmt werden kann. Zunächst ist nach dieser Richtung hin zu constatiren, dass in der That auch durch Umschnürung

anderer Theile, als der Halsgegend, die Suspension der willkürlichen Bewegungen erreicht werden kann. Umschnürt man z. B. hoch oben beide vorderen Extremitäten sehr fest mit einem etwa 3''' breiten Bande, so sitzt der Frosch ebenfalls mit angezogenen Hinterbeinen da, lässt sich ohne Widerstand auf den Rücken legen, zieht, wenn man die Beine vom Körper entfernt und kneift, dieselben nur langsam wieder an, ohne weitere Fluchtversuche zu machen. Eine bedeutende Schweisssecretion tritt dabei nicht zu Tage, offenbar, weil bei diesem Versuche die Beseitigung der Lungenathmung wegfällt; aus dem nämlichen Grunde bleiben auch natürlich die Frösche viel länger am Leben, als in dem Falle, wo ihnen der Hals umschnürt wird. Allerdings sind die so behandelten Frösche in ihren Bewegungen schon aus dem Grunde behindert, weil ihnen die Vorderbeine nicht zu Gebote stehen, jedoch würden die Hinterbeine ausreichen, um ganz energische Fluchtversuche zu machen, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man einen Frosch, dem man die Vorderbeine exarticulirt hat, leise berührt oder auch nur sich selbst überlässt. Hieraus geht ferner hervor, dass es wiederum nicht eine Lähmung von Nerven sein kann, welche, durch die Umschnürung hervorgebracht, die Hemmung jeder willkürlichen Bewegung im Gefolge hat, denn sonst dürfte der Frosch ohne Vorderbeine ja gewiss keine willkürlichen Bewegungen mehr machen. War die Annahme richtig, dass die Hemmung der willkürlichen Bewegungen durch Reizung sensibler Nerven bei dem Umschnüren der Vorderbeine bedingt würde, so musste diese Hemmung wiederum fortfallen sobald man den Reiz erst anbrachte, wenn vorher die sensibeln Nerven der Vorderbeine aus ihrem Zusammenhange mit den Nervencentren gelöst waren. Dies wird durch die Durchschneidung der Plexus brachiales erreicht. Umschnürt man nach dieser Operation die vorderen Extremitäten auch noch so fest, so wird doch der Frosch stets die gleichen willkürlichen Bewegungen verrichten, die ein Frosch ohne Vorderbeine überhaupt verrichten kann. Zu den gleichen Resultaten kam ich, wenn ich den mechanischen Reiz dadurch anbrachte, dass ich die Vorderbeine zwischen Schieberpincetten einklemmte. oder wenn

ich den Inductionsstrom als Reiz verwendete. Jedoch ist bei dem letzten Verfahren einige Vorsicht nöthig. Einerseits nämlich ist eine beträchtliche Stromstärke erforderlich, damit eine erhebliche Einwirkung stattfindet, andererseits darf man dieselbe auch wieder nicht zu hoch wählen, weil sonst Tetanus eintritt, der dem Experimente die Beweiskraft raubt, da man sich denken könnte, dass die nachfolgende Hemmung der Bewegungen die Folge der vorangegangenen Ueberanstrengung ist. Man kann also nur dann das Experiment als beweisend ansehen, wenn es gelungen ist, die erforderliche Stromstärke herauszufinden, ohne während des Probirens Tetanus erzeugt zu haben.

Aus den genannten Versuchen geht nun zwar hervor, dass eine starke Reizung sensibler Nerven auch die willkürlichen Bewegungen des Frosches hemmt, jedoch bleibt es noch zweifelhaft, ob die Hemmung den Willen betrifft oder blos die Leitungsfähigkeit der motorischen Bahnen in der Medulla oder beide. Da die Medulla direct nicht reizbar ist, so suchte ich dadurch zur Entscheidung zu kommen, dass ich die Stromstärken maass, welche vor und nach Umschnürung der vorderen Extremitäten nothwendig waren, um durch Reizung des Pons Convulsionen hervorzubringen. Es ergab sich, dass die Stromstärke nach der Application des Reizes durchaus keine grössere zu werden brauchte, um die Convulsionen zu erzeugen. Demnach konnte also die Leitungsfähigkeit in den motorischen Bahnen des Rückenmarks nicht herabgesetzt sein und die Hemmung der willkürlichen Bewegungen nur als eine Lähmung des Willens oder wenigstens des Willenseinflusses auf die motorischen Nerven gedeutet werden. Denn auch an eine willkürliche Unterdrückung der Bewegungen aus Zweckmässigkeitsgründen ist nicht zu denken; d. h. also, man kann nicht glauben, der Frosch mache keine Fluchtversuche, weil er den Schmerz nicht steigern will, da ja absolut nicht einzusehen ist, wie der durch Umschnürung der Vorderbeine erzeugte Schmerz durch Bewegung der Hinterbeine gesteigert werden kann. Vielmehr ist der Vorgang nur in der Art zu denken, dass die sensiblen Nervenfasern gewissermassen Regulatoren für die Thätigkeit der Nervencentra sind, sowohl der reflex-

vermittelnden Apparate des Rückenmarks, als der Ganglien im Gehirn, von denen die motorischen Erregungen ausgehen. Während es für gewöhnlich gerade die sensiblen Fasern sind, deren Erregungszustand die Thätigkeit der genannten Apparate anregt, giebt ein zu hoher Grad ihrer Erregung eine directe Hemmung für die Thätigkeit dieser Nervencentra ab.

Es liegt nun nahe, das eben entwickelte Gesetz zur Erklärung derjenigen pathologischen Erscheinungen heranzuziehen, welche die Autoren mit dem Namen „Reflexlähmungen" bezeichnet haben.

Der erste, welcher einen derartigen Zusammenhang zwischen Erkrankungen innerer Organe, in specie der Harnwerkzeuge und Lähmungen der Extremitäten constatirte, dass die Lähmungen lediglich die Folge einer functionellen Störung des Rückenmarks, nicht einer anatomisch nachweisbaren Veränderung desselben seien, ist Stanley. Seine Beobachtungen wurden bestätigt von Graves und Stokes und durch eine ganze Reihe dahin gehöriger Fälle, die von Seiten namhafter Veterinairärzte bekannt gemacht worden sind. Man findet eine genaue Zusammenstellung dieser Beobachtungen in einer vom deutschen Verein für Heilwissenschaft gekrönten Preisschrift von Henoch aus dem Jahre 1845: „Vergleichende Pathologie der Bewegungs-Nervenkrankheiten der Menschen und der Hausthiere." Diese in der Folge vervielfältigten Beobachtungen fasste dann Romberg unter dem Namen „Reflexlähmungen" zusammen und gestützt auf Versuche von Comhaire, welcher nach Exstirpation einer Niere bei Hunden Lähmung der entsprechenden hinteren Extremität beobachtet haben wollte, sprach sich Romberg dahin aus, dass von den centripetalleitenden Nervenfasern der verschiedenen Organe beständig eine Anregung zur Motilität ausginge, indem dieselben im Zusammenhange zu denken wären mit den Centralstätten für die motorischen Bahnen der oberen und unteren Extremitäten, und dass demnach beim Wegfall einer Anzahl von Nervenfasern, wie dies bei der Exstirpation der Niere der Fall sei

und wie man es bei den Krankheiten, in deren Folge Lähmungen ohne Texturveränderungen des Gehirns und Rückenmarks auftreten, supponiren müsste, eine der genannten Centralstätten der Anregung entbehre, wodurch dann Lähmung motorischer Bahnen bedingt würde. Die Beweiskraft der Comhaire'schen Versuche wurde jedoch bald in Zweifel gezogen und Romberg selbst hat in der neusten Auflage seiner Nervenkrankheiten die genannte Hypothese sowohl wie die ganze Gruppe der Reflexlähmungen nicht aufrecht erhalten. Gleichwohl sind die von Stanley und den Anderen gemachten Beobachtungen nicht wegzudisputiren, wenn man auch zugeben kann, dass in vielen der Fälle von Erkrankungen der Harnwerkzeuge, die von Lähmungen der Extremitäten gefolgt sind, wirklich nachweisbare Texturerkrankungen der Medulla sich ausgebildet haben, wie dies z. B. in den von Leyden[1]) veröffentlichten Fällen zu constatiren war. Und was die Entstehung von Lähmungen im Gefolge dieser Erkrankungen bei blos functioneller Störung der Nervencentra anbetrifft, so ist die Annahme sehr verführerisch, dass es auch hier eine heftige Erregung der in den Organen befindlichen centripetalleitenden Fasern ist, welche Hemmung der Thätigkeit der Nervencentra und in deren Folge Lähmung von Extremitäten hervorruft. Auch bei dem Comhaire'schen Experimente schien eine solche Deutung zulässig. Man konnte sich nämlich vorstellen, dass durch die Reizung des Plexus renalis, der mit den Nierengefässen und dem Ureter bei der Exstirpation der Niere unterbunden wird, die von Comhaire beobachtete Lähmung bedingt wurde. War diese Annahme richtig, dann durfte die Lähmung nicht eintreten, wenn der Plexus renalis vor der Unterbindung faserweise abpräparirt und durchschnitten wurde. Nach dieser Richtung hin von mir an zehn Kaninchen angestellte Versuche ergaben jedoch, dass überhaupt keine irgendwie deutlichen paralytischen Zustände in Folge der Herausnahme einer Niere auftreten, weder wenn ich den

---

Leyden, de paraplegiis urinariis. Königsberg 1865. Habilitationsschrift.

Plexus renalis mit in den Unterbindungsfaden fasste, noch wenn ich nach voraufgegangener Durchschneidung des Plexus unterband. Die Thiere zeigten nur einige Zeit lang eine gewisse Trägheit, sie bewegten sich nicht ohne besondere Veranlassung vom Orte, jedoch verlor sich auch diese Trägheit einige Zeit nach der Operation wieder. Da ich glaubte, dass vielleicht bei Hunden die Combaire'schen Beobachtungen zutreffen würden, so habe ich auch bei zweien Hunden eine Niere exstirpirt, jedoch auch diese blieben gänzlich frei von Lähmung. Man kann sich indessen auf andere Weise überzeugen, dass es sehr wohl möglich ist, durch Reizung der in den Nieren befindlichen centripetalleitenden Fasern Lähmungen experimentell hervorzurufen.

Wenn man nämlich einem Kaninchen eine Niere durch eine entsprechend angelegte Wunde bis über die Haut hervordrängt, ganz wie zum Zweck ihrer Entfernung aus dem Körper und alsdann dieselbe zwischen den Fingern kräftig drückt, so stellt sich eine vollständige Paralyse der beiden Hinterpfoten mit gleichzeitig erloschener Reflexerregbarkeit derselben ein, welche so lange, wie der Druck andauert, zumeist auch noch kurze Zeit nachher fortbesteht. Die Aorta kann bei diesem Experiment nicht heftiger gezerrt werden, als sie es durch die blosse Luxation der Niere sein müsste. Zudem kann man sich überzeugen, dass während des Versuchs die Pulsationen der Aorta abdominalis durchaus nicht geschwächt sind, die Blutzufuhr nach den hinteren Extremitäten also nicht aufgehoben ist. Uebrigens bleibt auch bei diesen Lähmungen die Reizbarkeit der Nn. ischiadici für den elektrischen Strom in ungeschwächtem Grade bestehen.

Es gelingt nun weiter, auch durch Quetschung des Uterus an Kaninchen eine vollständige Paralyse der beiden hinteren Extremitäten hervorzurufen. Drängt man den Uterus eines Kaninchens zu einer passend angelegten Bauchwunde hervor und und comprimirt dann den Uteruskörper oder auch eines der Uterushörner zwischen den Fingern, so stellt sich alsbald die Lähmung ein, die in der Regel schon bei einem geringeren Compressionsgrade aufzutreten pflegt, als derjenige ist,

welcher zu gleichem Zwecke auf die Niere ausgeübt werden muss, und die zweitens nach der Unterbrechung des Reizes längere Zeit fortzubestehen pflegt, als die Paraplegie nach Nierenreiz.

Mehrere Male ist es sodann auch möglich gewesen, durch starke Quetschung einer etwa 4 Ctm. langen Darmschlinge und endlich auch der vorher entleerten Harnblase eine Paraplegie der Hinterbeine zu erzeugen. Der Nachlass der Paraplegie ist stets ein plötzlicher und nach dem zumeist an Peritonitis erfolgenden Tode zeigten sich die Centralnervenorgane durchaus intact.

Wenn es nun aber gelingt, durch Insulte verschiedener innerer Organe Lähmungen experimentell hervorzurufen, welche lediglich von einer functionellen Störung der Nervencentra abhängig sein können, so muss man zugeben, dass Romberg zu der Aufstellung der Reflexlähmungen als einer besonderen Gruppe von Lähmungen vollauf berechtigt ist. Nur würde die Erklärung ihres Zustandekommens dahin lauten, dass in denjenigen Erkrankungen der inneren Organe, in welchen eine starke Reizung der sensiblen Nerven stattfindet, eine Hemmung in der Thätigkeit der motorischen Nervencentra die Folge sein kann.

Es wird bei dieser Annahme auch erklärlich, wie Lähmungen, die im Gefolge solcher Erkrankungen aufgetreten sind, wieder verschwinden können; sie werden nämlich zurückgehen, sobald eine Gruppe von Fasern, die einer starken Reizung ausgesetzt gewesen ist, sei es in Folge von Compression durch das gesetzte Krankheitsproduct, oder sei es aus einem anderen Grunde, leitungsunfähig geworden ist, Die Lähmungen werden natürlich auch dann rückgängig werden können, wenn die veranlassende Krankheit gehoben wird. Sie werden überhaupt nicht eintreten bei denselben Krankheitsformen, welche unter anderen Umständen Lähmungen im Gefolge haben, wenn entweder der Reiz, welcher die centripetalleitenden Fasern trifft, nicht intensiv genug ist, oder wenn der Reiz nicht die nöthige Menge von Fasern gleichzeitig trifft; wenn z. B. das gesetzte Krankheitsproduct

allmählich abgelagert wird, so dass in einem Theile der Fasern die Leitung schon unterbrochen sein kann, wenn ein anderer Theil derselben einem frischen Reize ausgesetzt wird.

Am Schlusse dieser Zeilen sage ich Hrn. Prof. du Bois-Reymond, in dessen Laboratorium ich diese Versuche anstellen durfte, und Herrn Professor Rosenthal, der mir dabei hülfreich zur Seite stand, meinen aufrichtigsten Dank.

Berlin, den 17. März 1869.

Seltener Fall von Doppelbildung. Kind mit Sacralgeschwulst, in welcher Theile eines Foetus gefühlt und lebhafte Bewegungen wahrgenommen werden.

Mitgetheilt

von

Dr. Preuss,
in Dirschau.

(Hierzu Tafel VI. B.)

Am 31. Januar 1869 wurde in Schliewen bei Dirschau von einer 34 Jahre alten Hirtenfrau, welche bereits Mutter dreier gesunder Kinder war, leicht und ohne Kunsthilfe ein übrigens gesundes Mädchen geboren, in dessen Sacralgegend sich eine grosse Geschwulst befand. Diese Abnormität veranlasste die Eltern mich am nächsten Tage zu Rath zu ziehen. Während ich mit der Untersuchung beschäftigt war, fiel mir eine lebhafte Bewegung in dem Gewebe der Geschwulst auf, und in ihrem Inneren fühlte ich einen harten Körper, der meiner Ansicht nach nur ein mehr oder weniger vollständiger Foetus sein konnte. Die Geschwulst hatte die Grösse zweier Fäuste und ein höckeriges im Allgemeinen zweilappiges Ansehen.

Auf der die beiden Hauptlappen scheidenden Längenvertiefung befand sich eine $^3/_4$ Zoll lange kleine flache geröthete Spalte, in ihrer Nähe standen $^1/_2$ Zoll lange schwarze Haare.

Unmittelbar vor und unter der Geschwulst lag der After des Kindes völlig frei und unbewegt. Die Geschwulst war beweglich. Ein Defect an den Wirbelbögen war nicht zu bemerken. An der rechten Seite der Geschwulst war eine Stelle von der Grösse eines halben Hühnerei's durchsichtig und entschieden mit wässriger Flüssigkeit gefüllt.

Während sich der Fall übrigens von den in Förster's Werk über die Missbildungen des Menschen, in Braune's Doppelbildungen und angebornen Geschwülsten in der Kreuzbeingegend, in Schwarz's Marburger Festprogramm u. s. w. beschriebenen Sacralgeschwülsten nicht wesentlich unterschied, zeichnete ihn die merkwürdige Bewegung, welche mit keiner anderen als der eines in den Eihäuten geborenen Foetus verglichen werden kann, vor allen aus. Es ist kein ähnlicher Fall in der medicinischen Literatur verzeichnet.

Hält man die nach dem After gerichtete Seite der Geschwulst in der Hand, so fühlt man harte Theile eines Foetus und man glaubt zuverlässig, dass die Bewegung von diesem ausgeht. Zu anderen Zeiten glaubt man wiederum, dass sie nur in der Haut oder in einem besonderen Muskelgewebe unter derselben stattfindet. Sie ist nicht rhythmisch, bald stärker, bald schwächer, aber niemals fehlend. Ich zählte bis vierzig Zuckungen in der Minute. Mit irgend welchen Bewegungen im Gefässystem oder im Unterleibe des Kindes haben sie nichts gemein und sind in keinem Falle übertragen. Herzschlag ist bei sorgfältigster Auscultation nicht zu hören.

Sechs Tage nach der Geburt des Kindes erschien eine die Sache betreffende Mittheilung in der Danziger Zeitung und ging von hier rasch in viele Zeitungen über. Der Fall machte in ganz Deutschland und auch im Auslande Aufsehen und ich habe in den darauf folgenden Wochen von überall her eine Menge Briefe erhalten, in welchen authentische Nachricht erbeten wurde. Die Sache wurde irrigerweise meistens so verstanden, dass die Möglichkeit vorliege, es werde hier ein Kind von einem Kinde geboren werden, woran selbstverständlich niemals gedacht werden konnte. Ein Jurist machte mir sogar bemerklich, dass der Codex Justinianus, der in seiner penibeln

Casuistik bisher alles erschöpft habe, jetzt lückenhaft sei, und die Wissenschaft die Lücke in Bezug auf das Erbrecht des zweiten Kindes auszufüllen habe. Auch in der medicinischen Welt wurde der Fall mit grossem Interesse aufgenommen, ebenso in der Versammlung der Naturforscher in Danzig, welcher ich das Kind, als es 17 Tage alt war, vorstellte.

Gegenwärtig ist dasselbe sieben Wochen alt, es ist stets gesund gewesen, hat die Mutterbrust gut genommen, sich in keiner Weise durch die Geschwulst belästigt gezeigt und sich vollkommen wie jedes gesunde Kind entwickelt. Die Geschwulst sowohl als der in derselben befindliche Foetus, welcher Lagenveränderungen zeigt, sind grösser geworden Nennen wir V. die Verbindungsstelle der Geschwulst mit dem Körper des Kindes, L. die Länge der Geschwulst in der Mittellinie des Kindeskörpers von der oberen Anfügung an derselben bis zur unteren gemessen, U. den grössesten Umfang der Geschwulst parallel mit dem Körper des Kindes gemessen, so war:

	18. Februar 1869.	2. März.	12. März.	21. März.
V.	23 Cm.	24 Cm.	29 Cm.	30 Cm.
L.	23 „	23 „	24 „	24 „
U.	30 „	31 „	34 „	36 „

Fragen wir, welchen Platz dieser Fall in der Reihe der ähnlichen Fälle einnimmt, so glaube ich ihn zu den Doppelbildungen (Foetus in foetu) zählen zu müssen. Ich verstehe diesen Begriff nicht in dem engeren heute allerdings gebräuchlicheren Sinne, wonach Doppelbildungen nur diejenigen genannt werden, welche auf einer normalen Duplicität der Achsenanlage beruhen, gleichviel ob sie frei oder eingeschlossen, ob sie vollkommen oder unvollkommen sind, ich verstehe ihn in dem weitesten Sinne, nach welchem alle Fälle, welche entschieden durch Keimspaltung entstanden sind, dazu gerechnet werden, mag die unterliegende Keimhälfte noch so rudimentär geworden sein.

Der vorliegende Fall ist wahrscheinlich durch Keimspaltung entstanden, so dass die den Parasiten deckende Haut

diesem selbst angehört. Die oben angeführte kleine Längsspalte erinnert lebhaft an einen von Schwarz beschriebenen Fall, welchen er wie folgt beschreibt: „Man bemerkt auf der Rückenfläche und am rechten Seitenrande der Geschwulst mehre warzenförmige Cutisvorsprünge, von denen einer eine spaltförmige Mündung deckt. Man konnte $^{3}/_{4}$'' tief einen Katheter einschieben und war das Lumen der Oeffnung schleimhäutig ausgekleidet. Dicht neben dieser Oeffnung befand sich noch ein kleines Grübchen, welches $^{1}/_{2}$'' tief blind endigte. An der Grenze der Hauptmasse und des unteren fluctuirenden Endes der Geschwulst sah man einige spärliche $^{1}/_{2}$'' lange Haare.“ In diesem Falle ist es unzweifelhaft, dass die beschriebenen Stellen Scheide und After des Parasiten darstellen. In unserem Falle ist dies mit der Annahme eines in der Geschwulst vorhandenen, einigermassen vollständigen Foetus, welchen die Bewegungen vermuthen lassen, allerdings schwer zu vereinigen.

Der vorzüglichste Fall unter den in der Steissbeingegend mit einander zusammenhängenden Individuen, waren bekanntlich die beiden 1701 in Ungarn gebornen Schwestern Helena und Judith, welche 22 Jahre alt wurden. Sie hingen in der Kreuzbeingegend zusammen und schienen ausser der Vulva und dem After keine gemeinschaftlichen Theile zu haben. Sie hatten getrenntes geistiges Leben, verschiedenes Temperament und überstanden ausser Masern und Pocken, die sie gemeinsam durchmachten, verschiedene Krankheiten. Ihr Tod erfolgte nachdem sie 14 Tage leidend gewesen waren, gleichzeitig. — Ausser diesem Falle führt Braune noch vier analoge Fälle von lebend geborenen, zwei dem Fötalleben angehörende an.

An die vollkommenen Doppelbildungen reihen sich die Parasiten und zwar A. die freien Parasiten und freien überzähligen Extremitäten und B. die subcutanen und freigewordenen Parasiten. Von freien Parasiten ist nur der Gorre'sche Fall verbürgt, welcher einen 1845 geborenen Knaben mit überzähligen Beinen in der Kreuzbeingegend betrifft. Der accessorische Fuss hat zehn Zehen von denen die grossen Zehen mit einander verwachsen sind. Auf der Vorderseite des Unterleibes

sitzen zwei getrennte Penes etwa 4 Cm. von einander abstehend. Ausser diesem Falle waren alle Parasiten in der Kreuzbeingegend, von welchen berichtet wird, ursprünglich subcutan und wurden später frei. Dazu gehört der bekannte Fall von Pitha. Anna Marie Przesomyl aus Böhmen kam fast wohlgestaltet zur Welt. Eine kleine Geschwulst entwickelte sich bald nach der Geburt am Kreuze, brach im dritten Lebensjahre auf, und liess unter Entleerung von wässriger Flüssigkeit das monströse Bein hervortreten. Dasselbe wuchs allmählich in gleichem Maasse wie das sonst wohlgebildete Mädchen. Auf den Reisen die das Kind unternahm besuchte es Deutschland, Holland, Belgien, Dänemark u. s. w. Diefenbach schlug vor das Bein zu amputiren und Pitha vollzog die Amputation mit Glück.

In allen anderen Fällen enthalten die Sacralgeschwülste Darmstücke, Kopf- oder Stammscelettheile. Himly hat die Anatomie eines solchen Falles mit grosser Sorgfalt beschrieben und die damals bekannten Fälle von Foetus in foetu gesammelt und in neuerer Zeit sind von Braune und Schwarz die bekannten Fälle von Sacralgeschwülsten zusammengestellt.

Das Gewebe, in welches die Theile des Foetus gelagert sind, hat in der Regel eine cystosarkomatöse Beschaffenheit und gilt dies auch von dem vorliegenden Falle.

Sacralgeschwülste ohne Inhalt werden zu den Doppelbildungen, obgleich sie einen analogen Ursprung haben mögen, nicht gerechnet.

Wohin der uns hier beschäftigende Fall zu rechnen ist, wird erst bestimmt werden können, wenn die Geschwulst aufbricht oder geöffnet wird. Ich bin geneigt anzunehmen, dass hier schliesslich ein Parasit frei werden wird, wie in dem Falle von Pitha. Für ein blosses Cystosarcom kann die Geschwulst in keinem Falle gehalten werden, da harte Theile eines Foetus deutlich gefühlt werden. Spina bifida scheint nicht gleichzeitig vorhanden zu sein, da das Kind sich andauernd vollkommen wohl befindet. Möglicherweise besteht die Eigenthümlichkeit des Falles in dem Vorhandensein eines starken Muskelgewebes, von welchem die Bewegungen ausgehen.

Als mögliche Ursachen der Keimspaltungen nennt man körperliche und geistige Erschütterungen. Im vorliegenden Falle giebt die Frau an, dass als sie an einem Sommermorgen beim Aufgange der Sonne Blaubeeren (Vaccinium myrtillus) pflückte, plötzlich eine grosse Schlange auf sie zugekommen sei und datirt von da die Entstehung der Abnormität. Die Blaubeeren sind hier im Juni oder Juli reif, und da die Schwangerschaft von Ende April datirt werden muss, wäre die Frucht damals 2—3 Monate alt gewesen, was für eine Keimspaltung jedenfalls zu spät ist.

Da das Kind sich bis jetzt normal entwickelt hat, dürfte die Prognose für dasselbe eine günstige sein.

Ueber den Gehalt des Traganthgummi an in Wasser löslichen Stoffen.

Von

W. Hofmeister.

In einem erst jetzt zu meiner Kenntniss gelangenden Aufsatze u. d. T. „die Vacuole eine physikalische Unmöglichkeit“ hat Prof. Jessen (p. 334 ff. des Jahrg. 1868 dieser Zeitschrift), auf's Neue eine Lanze für die Karsten'schen Anschauungen vom Wesen der Pflanzenzelle eingelegt; diesmal hauptsächlich gegen mein Handbuch der physiologischen Botanik. Eine Verständigung zwischen mir und dem Anhänger einer Lehre, welche klar vorliegende Thatsachen in der Weise ausdeutet, wie die eben erwähnte, ist überhaupt unmöglich. Dass mein Handbuch von solcher Seite irgend welche Anerkennung finden werde, habe ich weder erwartet noch gewünscht. Die Verwahrung, welche Prof. Jessen gegen die Unterstellung einlegt, dass er in meinem Handbuche ein Bild des gegenwärtigen Standes „unserer Pflanzenphysiologie“ (d. h. der Pflanzenphysiologie Prof. Jessen's und seiner etwaigen Mitgenossen) anerkennen könnte — diese Verwahrung finde ich ganz selbstverständlich; eine solche Darstellung wollte und durfte ich nicht geben. Und vollkommen begreiflich finde ich es auch, dass Jemand, der die Erscheinungen des Zellenlebens aus der stetig sich fortsetzenden Erzeugung in einander geschachtelter oder neben einander auftretender, frei im Zelleninhalt entstehender Zellchen zu erklären sucht, in Betreff der Vorgänge der Tropfenbildung,

der Quellung u. s. w. die thatsächlichen Erscheinungen und die Mittheilungen gut beobachtender Forscher gründlich missversteht. So könnte ich die neueste Auslassung des Verf. ebenso mit Schweigen übergehen, wie die früheren, wenn sie nicht nebenbei einen Angriff auf die Grundlage eines meiner Versuche enthielte, welchem ich insofern einige Bedeutung beilege, als ich ihn in Bezug auf das Zustandekommen der Spannung der wässrigen Säfte der Pflanzen für einen fundamentalen ansehe.

Die Mittheilungen Prof. Jessen's über diesen Versuch sind nicht genau. Ich darf um so eher den Wortlaut meiner früheren Veröffentlichungen über denselben hier zum Abdruck bringen, als sie kürzer gefasst sind, als die Jessen'schen Erörterungen über dieselben, welche im vorigen Jahrgange Platz gefunden haben. Nachdem ich beschrieben hatte, dass gläserne U-Röhren von 42 □Linien (im Text steht in Folge Druckfehlers □Mill.) Oeffnung, mit Lösung von arabischem Gummi von 2 % bis 10 % gefüllt, nach Verbinden der einen Oeffnung mit mehreren Blättern, des anderen Endes mit einem einfachen Blatte einer für Wasser permeablen Membran, und nach Eintauchen jenes Endes in Wasser aus diesem Ende eine Flüssigkeit ausscheiden, welche sich von dem Inhalt der Röhre durch nur geringe Verminderung der Concentration ($^1/_5$ — $^1/_2$) unterschied, fuhr ich, (Flora 1858, S. 12) wörtlich fort: „Ganz anders „gestaltet sich der Erfolg bei Erfüllung der Apparate mit nur „aufquellenden, sich nicht auflösenden Stoffen, wie Pectin und „Traganthgummi. Wird Pectin möglichst rein (dies ist selbst- „redend dahin zu verstehen: reines Pectin für sich allein, ohne „Zusatz einer in Wasser löslichen Substanz) angewendet, so „ist die Wirkung nur langsam. Sie wird aber sehr beschleunigt „durch geringen Gummizusatz. Die ausgeschwitzte Flüssigkeit „kommt dann an Menge der von concentrirten Gummilösungen „ausgesonderten gleich, und treibt die Quecksilbersäule (eines „an das ausschwitzende Ende angesetzten Manometers) mit der- „selben Energie empor. Das Gleiche zeigt sich bei Traganth- „gummi. Die secernirte Flüssigkeit ist eine höchst verdünnte „Lösung von Pflanzenstoffen; sie lässt bei Eintrocknung nur „0,1 bis 0,2 % ihres Gewichts an fester Substanz zurück."

Als ich, Flora 1862, p. 149, auf denselben Gegenstand zurückkam, gab ich über einen der einschlägigen Versuche folgende Einzelheiten: „Von vielen Beispielen nur eines. In „die U-Röhre wurden 7,521 Grm. lufttrockenen Traganthgummi's „und 37,374 Gr. einer halbprocentigen Gummilösung gebracht, „die U-Röhre an einen Manometer angefügt, an ihrem andern „Ende zwei Ansatzröhren angebracht.[1]) Es wurden binnen „7 Tagen in den Manometer 2457 Cub. Mill. ausgeschieden, „welche das Quecksilber zu der Höhe von 91 Mill. hoben. „Die ausgeschiedene Flüssigkeit enthielt in 2,041 Gr. 0,008 Gr. feste Substanz = 0,044 %."

Prof. Jessen erklärt diesen Versuch für gänzlich unbrauchbar. Er hat in den Handbüchern der Chemie die Angabe gefunden, dass Traganthgummi über 50 % Arabin enthalte. Daraus folgert er, dass bei der Zusetzung von 20 % lufttrockenen Tragantgummi zu einer halbprocentigen Gummilösung die Flüssigkeit zu einer Gummilösung von mindestens 10 % geworden sein müsse. Und so hätte ich, meint Prof. Jessen „mit Vernach„lässigung der einfachsten Vorsichtsmaassregeln und mit Uebersehen längst bekannter Thatsachen auf Grund eines einzigen Versuchs (unwahr!) „die ganze Quellungstheorie aufgestellt."

Diese Verdächtigung bekundet Prof. Jessen's Unkenntniss der Beschaffenheit des Traganths und seines Verhaltens zu Wasser, sowie der einschlägigen Literatur. Schon der Umstand, dass die bei dem einen speciell mitgetheilten Versuche ausgeschiedene Flüssigkeit keine höhere Concentration besass, als 0,044 %, muss jeden Urtheilsfähigen davon überzeugen, dass während des Versuchs die Gummilösung in der U-Röhre nicht irgend erheblich an Concentration zugenommen haben konnte. Eine Lösung, welche mehrere Procent Gummi enthält, giebt nach Filtration durch eine geschlossene pflanzliche oder thierische Membran ein Filtrat, dessen Concentration höchstens um die Hälfte hinter derjenigen der ursprünglichen Lösung zurück

1) Kurze Röhren, jede am unteren Ende mit einer Membran zugebunden, mit destillirtem Wasser gefüllt, an die U-Röhre mittelst Kautschukverband wasserdicht angesetzt, was im Texte weiter rückwärts auseinander gesetzt ist.

bleibt (vergl. meine Mittheilungen, Flora 1862, p. 146 ff.). Der von mir verwendete weisse Blättertraganth war denn auch in der That, wie ich denn diese seine Eigenschaft ausdrücklich betont habe, in der verwendeten Form grosser Stücke, ein nur aufquellender Körper, der keine irgend in Betracht kommende Menge wirklich löslicher Substanz an Wasser abgab. Ich hatte mich davon durch zweierlei Vorversuche überzeugt. Vierzig ausgesuchte grosse und unverletzte Traganthstücke wurden in einen mit doppeltem Filtrum ausgelegten, mit 400 Cubikcm. destillirten Wassers gefüllten Trichter mit verstopfter Abflussröhre gebracht, 48 Stunden lang stehen gelassen, dann die Abflussröhre geöffnet und die abtropfende Flüssigkeit durch ein löcherloses Stück des bei meinen Versuchen verwendeten sogen. Reispapiers filtrirt (durch Schnitte aus dem Mark der Aralia papyrifera: Platten aus lufthaltigen Parenchymzellen ohne Intercellularräume, welche durch wiederholtes Uebergiessen und Ausziehen mit frisch ausgekochtem destillirten Wasser gereinigt und in allen ihren geschlossenen Hohlräumen mit Wasser gefüllt worden waren). 49 Cubikcm. des Filtrats hinterliessen beim Abdampfen keine wägbare Menge festen Rückstands. — Ferner hatte ich wiederholt kleine Traganthstücke in Vielzahl auf die obere Fläche einer ebenso behandelten Reispapierplatte sowohl, als auch eines Stückes Schweinsblase gelegt, welche das untere Ende einer cylindrischen Röhre verschloss und mit der unteren Fläche in destillirtes Wasser eben eintauchte. Die Traganthstücke, aus der durchtränkten Membran Wasser anziehend, qulol enbeträchtlich auf; aber es sammelte sich während mehrtägiger Dauer des Versuchs in der Röhre kein Tropfen Flüssigkeit. Wurde in dieselbe Röhre eine geringe Quantität (0,1 Grm. reichte hin) trockenen arabischen Gummi's, allein oder zugleich mit Traganthstücken gebracht, so war schon nach 4 Stunden eine 2 — 5 Mill. hohe Flüssigkeitssäule in die Röhre eingedrungen. — Die Anstellung dieser selbstständlichen Vorversuche meinen Lesern mitzutheilen, hielt ich — nach Kürze strebend — für überflüssig.

Die Angaben der chemischen Handbücher über den Gehalt des Traganthgummi's an in kaltem Wasser löslichen Bestand-

theilen sind wenig präcis und wenig übereinstimmend, wie sich das für eine Drogue erwarten lässt, welche von verschiedenartigen Pflanzen gewonnen, und in sehr verschiedenartiger Weise für den Handel zurecht gemacht wird. An mehreren Stellen wird dem Traganth die Löslichkeit in kaltem Wasser völlig abgesprochen.[1]) Eine Angabe über den Procentgehalt des Traganths an in kaltem Wasser löslichen Bestandtheilen finde ich nirgends in der Literatur. Die an vielen Orten citirten Angaben R. T. Guérin's,[2]) nach denen Traganthgummi 53,3 % Arabin, nur 33,1 % unlösliche organische Substanz, 2,5 % Asche und 11,1 % Wasser enthält (a. a. O. p. 271), beziehen sich auf Traganthgummi, welches mit dem 40fachen seines Gewichts Wasser eine Stunde lang gekocht worden war. Die abfiltrirte Flüssigkeit wurde durch Jod nicht gebläuet; es blieb also das in jedem Traganthgummi enthaltene Amylum auf dem Filter zurück, soweit es nicht etwa zersetzt war. Nun hat Guérin in derselben Abhandlung gezeigt (p. 274), dass in kaltem Wasser unlösliches Kirschgummi durch 6stündiges Sieden in Wasser vollständig gelöst wird. Kirschgummi und Traganthgummi sind, der Entstehung und den Eigenschaften nach, Körper die kaum irgendwie differiren. Es liegt von vorn herein auf der Hand, dass jener ebenso durch Sieden in Wasser zum Theil oder ganz in löslichen Zustand übergeführt werden muss, wie dieses.[3]) Auf die aus irgend einem Nachschlagebuch genommene Notiz „Guérin-Varry fand im Tra-

---

1) Liebig, Handb. organ. Chemie. Heidelberg 1843. pag. 659; Handwörterb. d. Chemie v. Liebig u. s. w. Bd. 8. Braunschweig 1861. p. 697, „nach anderen (als Guérin) enthält der Traganth wenig oder gar kein Arabin."

2) Guérin, R. T., Mémoire sur les gommes, Annales de Chimie et Physique, T. 49. 1832. p. 248.

3) Nach den Aeusserungen Guérin's zu schliessen (a. a. O. p. 271), war der Traganthgummi, in welchem „Buchholz" 57 % lösliche und 43 % unlösliche Bestandtheile fand, ebenfalls der Siedhitze unterworfen gewesen. Ich habe die betreffende Arbeit, welche weder bei Guérin, noch an einem anderen mir zugänglichen Orte genau citirt ist, nicht auffinden können.

ganthgummi 53,3 % Arabin“ gründet nun Prof. Jessen seine oben citirte Rechnung!

Traganthgummi besteht aus dem Zellgewebe des Markes und der Markstrahlen gewisser Astragalus-Sträuche; aus einem Zellgewebe, dessen Membranen in hohem Grade quellungsfähig geworden sind. Diese Gewebsmassen schwellen zum Mehrfachen ihres Volumens auf, wenn der lebenden Pflanze reichlich Wasser zugeführt wird. Sie sprengen dann stellenweise die Rinde der Stämmchen, und treten aus den Rissen als verschieden gestaltete Massen hervor. Bringt man einen dünnen Durchschnitt des Stämmchens des Astragalus creticus, in gewässertem Alkohol liegend, unter das Mikroskop, so erkennt man, dass in den aufquellenden Mark- und Markstrahlenzellen eine äusserste Schicht der Wand (die je zweien Nachbarzellen gemeinsam ist) von der inneren Masse durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen sich unterscheidet. Wenn bei Verdunstung des Alkohols der relative Wassergehalt der das Präparat umgebenden Flüssigkeit zunimmt, quillt diese stärker lichtbrechende Schicht in Richtung der Tangenten am stärksten auf. Auch die innere Masse der Zellwände quillt vorzugsweise in gleicher Richtung und in nicht stärkerem Maasse. Es erfolgt bei der Quellung kein Platzen der Zellen. — Der von mir untersuchte Traganthgummi zeigt, wenn dünne Durchschnitte in wasserhaltigem Glycerin betrachtet werden, deutliche Schichtung der Zellenmembranen. Die stärker lichtbrechenden dichteren Schichten (zu denen die äussersten gehören) quellen stärker in Richtung der Tangenten, als in derjenigen der Radien der Zellen auf. Dieser Traganth wird durch Pernambukholzabsud enthaltende Tinte (encre violette Rouennaise) intensiv violet gefärbt. Der gefärbte Traganth giebt an Wasser keinen Farbstoff ab. Dies Alles, auch die oben mitgetheilten Versuche, würde immerhin die Möglichkeit offen lassen, dass der Traganthgummi in kaltem Wasser lösliche Bestandtheile (Gummi, Arabin) enthalte, welche zwischen sackförmig geschlossene Membranlamellen aus unlöslicher, nur quellungsfähiger Substanz eingeschlossen wären. Wenn diese Lamellen beim Aufquellen an Flächenausdehnung in dem Maasse zunähmen, dass die Lösung des eingeschlossenen

Gummi trotz der fortgesetzten endosmotischen Aufnahme von Wasser nicht unter Spannung geräth, so würde von dem Gummi nichts in das umgebende Wasser austreten. Es schien mir nicht ohne Interesse, den Traganthgummi einer genaueren Prüfung in Bezug auf seinen Gehalt an löslichen Bestandtheilen zu unterwerfen. Die Mittheilung des Befunds in einer Zeitschrift, welche zoophysiologischen Fragen gewidmet ist, mag dadurch sich rechtfertigen, dass es auch dem Zoophysiologen erwünscht sein dürfte, von einer überall leicht und in Menge zu habenden Drogue zu wissen, dass sie ein nur quellungsfähiger, keine löslichen Theile enthaltender Körper ist.

Der weisse smyrnaer Blättertraganth ist ein solcher Körper. Er nimmt zwar durch Imbibition solche Menge von Wasser auf, dass kleine, in Wasser vertheilte Fragmente des völlig ausgequollenen Traganths keine bei Betrachtung unter gewöhnlichen Verhältnissen merkliche Abweichung des Lichtbrechungsvermögens von dem umgebenden Wasser erkennen lassen, so dass die Flüssigkeit völlig klar erscheint. Die im Wasser suspendirten Theilchen sind zum Theil so klein, dass sie durch die Löcher auch des feinsten Seihtuchs oder guten Filtrirpapiers gehen. Aber durch eine wirklich geschlossene, der mikroskopisch sichtbaren Löcher entbehrende Membran filtrirt die Scheinlösung des Traganthgummi n i c h t; was von ihr durch eine solche Membran hindurchgeht, enthält keine bestimmbaren Mengen fester Bestandtheile.

Wenn man freilich die Scheinlösung des Traganthgummi auf ein trockenes Löschpapierfilter giesst, so gehen zunächst Traganththeilchen in Menge hindurch: zwar nicht über 50 %, aber doch bis an 7 % des Gewichtes des mit Wasser behandelten lufttrockenen Traganthgummis. In dem trockenen Papiere sind die Lücken zwischen den Leinwandfasern relativ gross, sie verengern sich nach der Befeuchtung des Papiers nur langsam und allmählich durch Quellung jener Fasern. Das Verhältniss ändert sich aber schon wesentlich, wenn zur Filtration Papier verwendet wird, welches längere Zeit in destillirtem Wasser gelegen hat.

Ich übergoss 5,237 Gr. zu Pulver zerstossener Traganthstücke

(sie waren ein Theil desselben Vorraths, von welchem ich vor 11 Jahren nahm) in einer grossen Reibschale mit 400 Cubikcm. destillirten Wassers. Die Mengung wurde 48 Stunden stehen gelassen und oft wiederholt mit dem Pistill tüchtig verrieben. Dann wurde die Masse auf ein mit einem trocknen, einfachen Papierfilter ausgelegtes Porcellansieb gebracht. Es tropften binnen 24 Stunden 172 Cubikcm. einer klaren Flüssigkeit ab. 20 Cubikcm. dieser Flüssigkeit liessen bei Abdampfung 0,099 Gr. Rückstand, was für die 127 Cubikcm. 0,851 Gr. und für die 5,237 Gr. Traganth 16,2 % durch das (löchrige) Filter gegangener Bestandtheile ergiebt.

Von demselben Traganthpulver wurden 3,293 Gr. mit 270 Cubikcm. destillirten Wassers übergossen und während 48 Stunden ebenso verrieben, wie die erst erwähnten. Der Brei aus Traganth und Wasser wurde auf ein 4faches Löschpapierfiltrum gebracht, welches 24 Stunden in destillirtem Wasser gelegen hatte. Es filtrirten während 24 Stunden 106 Cubcm., dann nichts weiter. Das Filtrat hinterliess bei der Abdampfung 0,122 Gr. Rückstand = 3,7 % des Gewichts des verwendeten Traganth.

In einem dritten Falle wurden 2,538 Gr. Traganthpulver mit 200 Cubikcm. destillirten Wassers ebenso behandelt; und dann während der Filtration noch 100 Cubikcm. destillirten Wassers nachgegossen. Es waren 8 eingeweichte Löschpapierfiltra verwendet. Die Gesammtmenge des Filtrats war 198 Cubikcm. Sie hinterliessen nach dem Abdampfen 0,103 Gr. Rückstand = 4 % der 2,538 Gr. Traganth.

Wird die durch Papierfilter gegangene Scheinlösung eingekocht, so hat der Rückstand das glasartige Aussehen arabischen Gummis, und löset sich in Wasser leicht und vollständig, wie dieses, dafern der Gehalt der Scheinlösung nur einige Procente beträgt. Ist sie reichhaltig, so löset sich der Rückstand nach dem Einkochen nur theilweise, ein grosser Theil quillt zu einer im Zusammenhang bleibenden, weisslichen Gallerte auf, ähnlich der, zu welcher im Handel vorkommende Traganthstücke mit Wasser aufquellen. Wird die Scheinlösung bei niedriger Temperatur über Chlorcalcium eingetrocknet und dann mit Wasser übergossen, so bildet sich auf dem Boden

des Gefässes eine nach oben scharf abgegrenzte, wenn auch endlich sehr leicht beweglich werdende, Schicht von Gallerte.

Das gewöhnliche, käufliche „vegetabilische Pergament“ stellt keine geschlossene löcherlose Platte aus einem der Wasserimbibition fähigen Körper dar. An dünnen Durchschnitten, die senkrecht auf die Fläche solchen Papiers geführt, und durch Jodkaliumjod gefärbt wurden, erkennt man leicht, dass auch im völlig wassergetränkten Zustande des Papiers zwischen den, durch die Schwefelsäureeinwirkung gequollenen und verklebten Leinenfasern an vielen Stellen Lücken und Spalten sich befinden, welche nur von Wasser erfüllt sind, und nicht selten von Fläche zu Fläche durch das Papier hindurchgehen. Durch solches Papier filtrirt die Scheinlösung das Traganth ungefähr ebenso rasch, wie durch Löschpapier, und das Filtrat lässt einen ähnlich grossen festen Rückstand (in einem Falle z. B. 3,6 % des Gewichts des verwendeten Traganth). Ein Stück englischen Pergamentpapiers, welches von dem Erfinder dieses Präparats herstammt, ist vollkommen löcherlos. Es ist aber so dicht, dass bei dem Drucke einer Wassersäule von 25 Cm. Höhe kein Wasser durch dasselbe durchgeht. Chinesisches Reispapier ist kostspielig, selten zu haben, in grösseren Stücken oft löcherig. Mit derartigen vegetabilischen oder artificiellen Platten lässt sich die Filtrationsfähigkeit der Scheinlösung des Traganth somit nur schwierig prüfen; sehr leicht dagegen mit thierischen Membranen, namentlich mit der Harnblase vom Schweine.

Die Harnblase bietet zwar den Uebelstand, dass sie, längere Zeit mit Wasser in Berührung, in Folge langsamer Zersetzung einen Theil ihrer Substanz an das Wasser in Lösung abgiebt. Es tritt dies auch an einer Harnblase ein, welche mehrere Tage in Alkohol gelegen hat. Reines Wasser, welches durch Blase filtrirte, lässt immer einen Rückstand. Die Menge desselben ist indess nicht beträchtlich, und ein Theil davon kann durch Behandlung mit Alkohol unlöslich gemacht werden.

Ich band die geschlossene Hälfte von sorgfältig entfetteter Schweinsblase, welche 120 Stunden in Alkohol gelegen hatte, an ein Glasrohr von 9 Cm. Länge und 3,5 Cm. Durchmesser

der Art fest, dass die Blase, 4 Cm. unter dem einen Ende der Röhre angebunden, als schlaffer Beutel um die andere Oeffnung herumhing. Wurde in den Apparat Flüssigkeit eingegossen, so blieb eine Luftmasse zwischen dem unteren Rande des Rohrs und der Ligatur, welche den gefalteten Rand der Blase an das Rohr befestigte. Es konnte somit keine Flüssigkeit durch etwaige Lücken der Verbandstelle austreten, welche klein genug gewesen wären, in wassergefülltem Zustande Gasblasen den Durchgang zu wehren, die aber Flüssigkeit in vollem Strome hätten durchlassen können. Der Apparat wurde zunächst mit destillirtem Wasser gefüllt, und durch Nachgiessen bis an den oberen Rand des Rohrs die Druckhöhe annähernd gleich erhalten. Da die Blase sich fortwährend dehnt, nimmt die Entfernung ihrer tiefsten Stelle vom oberen Rande des Rohrs stetig zu. Nach 48 Stunden betrug sie 13 Cm. Die während der ersten 24 Stunden filtrirte Wassermenge wurde nicht beachtet, da innerhalb dieser Frist die Imbibition der Blase mit Wasser erst vollzogen werden musste. Während der zweiten 24 Stunden filtrirten 23 Cm. Flüssigkeit, welche 0,014 Gr. festen Rückstand liessen.

Jetzt wurden in den entleerten Apparat 124 Cubikcm. einer durch ein nasses Papierfiltrum gegangenen Scheinlösung von Traganth gegossen, welche in 20 Cubikcm. 0,062 Gr. feste Substanz enthielt. Jene 124 Cubikcm. enthielten deren somit 0,384 Gr. Durch Aufgiessen destillirten Wassers wurde das Rohr bis zum oberen Rande gefüllt, und durch Nachgiessen so erhalten. Es wurden alles in allem 218 Cubikcm. destillirten Wassers nachgegossen. Die Distanz des untersten Punkts der Blase vom Wasserspiegel war beim Schlusse des Versuchs 13,5 Cm. Die Scheinlösung wurde absichtlich sehr verdünnt, da gehaltreiche Scheinlösungen gar nicht durch Blase filtriren. Das Filtrat wurde gemessen, abgedampft und nach Wägung des Rückstands dasselbe 2 Stunden mit Alkohol, dann 24 Stunden mit vielem destill. Wasser übergossen stehen gelassen; was nach dieser Frist noch nicht gelöst war, ist im Folgenden als „unlöslich geworden“ bezeichnet.

Gesammtmenge der verwendeten Flüssigkeit 342 Cubikcm.

Es filtrirten in den ersten 24 Stunden 16 Cubikcm.; fester Rückstand derselben 0,009 Gr.; davon unlöslich geworden 0,005 Gr.; in den zweiten 24 Stunden 19 Cubikcm.; fester Rückstand derselben 0,012 Gr ; davon unlöslich geworden 0,006 Gr.

Von löslichen Bestandtheilen, die möglicherweise aus dem Traganthgummi stammen konnten (aber nicht daraus stammen mussten) enthielten 35 Cubikcm. des Filtrats, somit nur 0,01 Gr. = 0,0286 $^0/_0$ — eine verschwindend geringe Menge.

Der Apparat enthielt bei Beendigung des Versuchs noch 291 Cubikcm. Flüssigkeit (es waren durch Verdunstung während des Experiments somit 16 Cubikcm. verloren gegangen. Jene 291 Cubikcm. liessen nach Abdampfung Rückstand

	0,314 Gr.,
wovon durch Behandlung mit Alkohol unlöslich wurden	0,042 „
	0,272 Gr.

Als das Filtrum aus Blase wieder in Alkohol gebracht wurde, trennte sich von seiner Innenfläche eine dieser anhaftende Gallertschicht, innerhalb deren Gasblasen (im Imbibitionswasser gelöst gewesene Luft) sich ausschieden, und die so emporstieg. Ein Theil des in der Scheinlösung enthaltenen Traganths hatte sich also während 48stündigen Stehens zu Boden gesetzt. Getrocknet wog derselbe 0,054 Gr. In der Flüssigkeit oberhalb des Filtrum befanden sich mithin im Ganzen 0,326 Gr. feste Substanz oder 0,146 $^0/_0$.

Dieselbe Blase wurde bald nach Beendigung dieses Versuchs auf die Filtration einer Lösung von arabischem Gummi geprüft. Ich löste 6,287 trockenen Gummis in 125,74 Cubikcm. destillirten Wassers, brachte sie in den Apparat, und goss destillirtes Wasser wie vorher nach, im Ganzen 260 Cubikcm. In 386 Cubikcm. Wasser waren somit 1,63 $^0/_0$ Gummi enthalten. Während 21 Stunden filtrirten (bei 13 Cubikcm. Druckhöhe) 10 Cubikcm., welche nach Abdampfung 0,133 Gr. Rückstand liessen; Gehalt des Filtrats = 1,33 $^0/_0$.

Heidelberg, im Februar 1869.

Zur Controverse über die Befruchtung des Flussmuschel-Eies.

Von

Dr. F. Keber,
Regierungs- und Medicinal-Rath in Danzig.

Nachdem ich im Jahre 1853 auf Grund meiner, im vorhergegangenen Herbste angestellten mikroskopischen Beobachtungen das Eindringen der Spermatozoën in das Flussmuschel-Ei durch eine von mir mit der Benennung „Mikropyle" belegte Oeffnung als wesentliche Bedingung der Befruchtung aufgestellt hatte [1]), und nachdem derselbe oder ein analoger Vorgang bald darauf von verschiedenen Forschern bei mehreren Thierklassen constatirt und als allgemeingiltiges Axiom in die Physiologie der Zeugung aufgenommen worden war, durfte ich die Erwartung hegen, dass der Anfangs gegen meine Angaben erhobene Widerspruch im Laufe der Zeit der unbefangenen Erwägung Platz machen werde, dass, wenn ein physiologischer Prozess überhaupt thatsächlich begründet ist, schon aus einfach logischen Gründen derjenige sich füglich nicht im Unrecht befinden könne, welcher denselben zuerst objectiv erkannt und speciell beschrieben hatte. Zu dieser Erwartung glaubte ich um so mehr be-

---

1) F. Keber, De spermatozoorum introitu in ovula, Ueber den Eintritt der Samenzellen in das Ei, 1853.

rechtigt zu sein, als ich nicht blos die zu meiner Kenntniss gekommenen Einwürfe sachlich widerlegt hatte,[1] sondern auch meine Entdeckung durch den verdienstvollen englischen Embryologen Martin Barry und durch Dr. Webb vollständig bestätigt worden war.[2]

Da ich jedoch durch Einsicht einiger der neuesten Lehrbücher der Physiologie und anderer Schriften wahrgenommen habe, dass meine Darstellung zwar von mehreren Seiten anerkannt und als festgestellte Thatsache in die Wissenschaft recipirt worden ist, von andern aber noch immer angezweifelt und für „Täuschung" erklärt wird, so erscheint es mir im Interesse der Wahrheit geboten und der Sache förderlich, diesen Gegenstand nochmals der unparteiischen Beurtheilung von Sachkennern zu unterbreiten, zugleich aber die neuesten Einwürfe meinerseits näher zu beleuchten. Ich habe meine Beobachtungen seit jener Zeit unzähligemal zahlreichen, in der Mikroskopie bewanderten Aerzten demonstrirt und trotz des von mir ausdrücklich erbetenen Widerspruches noch Niemanden angetroffen, welcher nach sorgfältiger Betrachtung der in der geeigneten Jahreszeit im Ueberflusse zu Gebote stehenden Objecte nicht seine Zustimmung zu meiner Deutung des mikroskopischen Befundes ausgesprochen hätte. Von competenten Sachkennern nenne ich zuerst Hrn. Prof. C. Th. v. Siebold in München, welcher im September 1860 bei seiner Anwesenheit in Danzig die Güte hatte, diesen Gegenstand durch Autopsie zu prüfen und hierauf seine Ueberzeugung von der Thatsächlichkeit des von mir beschriebenen Vorganges und von der Richtigkeit meiner Auffassung mir zu erkennen gab. Derselbe hat nament-

---

1) Schmidt's Jahrbücher 1854, Bd. 82. S. 142. — F. Weber, Mikroskopische Untersuchungen über die Porosität der Körper. Nebst einer Abhandlung über den Eintritt der Samenzellen in das Ei, 1854. S. 104.

2) Martin Barry's Bestätigung einiger neuern mikroskopischen Beobachtungen. Aus dem Englischen übersetzt und mit Zusätzen versehen von F. Keber. — Edingburgh Monthly Journal of Medicine, January and April 1855.

lich das in der Mikropyle enthaltene Gebilde nicht blos an deren Basis, wo es sich gewöhnlich befindet, sondern auch in der Mitte des Eikanals wahrgenommen und mir eine Zeichnung dieses Befundes zurückgelassen.

In neuester Zeit und zwar im November 1868 habe ich in Berlin eine Anzahl aus Danzig mitgebrachter Unionen zu Demonstrationen benutzt und von den Herren Prof. Virchow, Prof. Hartmann, Dr. Dönitz, Dr. Fritsch und Dr. J. Sander die Ermächtigung erhalten, in ihrem Namen zu erklären, dass es sich bei den ihnen vorgelegten zahlreichen Objecten theils um eine völlig leere Mikropyle theils um ein in derselben enthaltenes Körperchen gehandelt habe, welches keineswegs als eine ringartig vorspringende Verdickung im Innern des Eistieles[1]) oder als der bisweilen scharf contourirte Rand der innern Oeffnung der Mikropyle[2]) gedeutet werden könne.

In Bezug auf den Lichtreflex des in der Mikropyle enthaltenen Gebildes hat Herr Prof. Reichert erklärt, dass der mikroskopische Befund, wie er sich an der betreffenden Stelle zeigt, nicht einfach aus der Spiegelung der Fläche an der engsten Stelle des trichterförmigen Canals der Mikropyle abgeleitet werden könne.

Ferner stimmten alle oben genannten Fachmänner darin überein, dass die Eihaut einen deutlich wahrnehmbaren doppelten Contour besitze, welcher bekanntlich von Herrn Prof. Bischoff (l. c. S. 14) für eine optische Täuschung erklärt worden ist. Herr Prof. Reichert und Herr Dr. Dönitz bestätigten auch meine Darstellung, dass sowohl an der Mikropyle als auch an der Eihülle mindestens zwei Schichten zu unterscheiden sind, wogegen Prof. Bischoff (l. c. S. 11—13)

1) Th. C. W. Bischoff, Widerlegung des von Dr. Keber bei den Najaden und Dr. Nelson bei den Askariden behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei. 1854. S. 21.

2) Th. v. Hessling, Einige Bemerkungen zu des Herrn Dr. Keber's Abhandlung „Ueber den Eintritt der Samenzellen in das Ei;" in v. Siebold's und Kölliker's Zeitschrift für wissensch. Zoologie. 1854. Bd. V. S. 417.

sich für das Vorhandensein von nur einer Eihaut ausgesprochen hatte. . . .

Ausserdem hat Herr Prof. Virchow einmal ein aus der Mikropyle nach aussen hervorstehendes dünnes Fädchen wahrgenommen, welches sehr wohl als Rudiment des Spermatozoën-Schwanzes gedeutet werden konnte (vergl. S. 122 meiner „Mikrosk. Untersuchungen" u. s. w.); auch haben Prof. Virchow und Dr. Dönitz das Körperchen einigemal von der Mikropyle durch einen kleinen Zwischenraum getrennt, theils auf, theils an der Dotterkugel, einmal in schräger Richtung, und überhaupt seine Umrisse von denjenigen der Mikropyle scharf geschieden gesehen.

Die vorstehend geschilderten objectiven Wahrnehmungen stimmen im Wesentlichen mit der von mir im Jahre 1853 gegebenen Darstellung sowie mit den Bestätigungen Webb's und Barry's überein, aus welchen ich folgende Stellen hier wörtlich einschalte. Dr. Webb sagt (l. c. S. 4): „Das von Keber für ein Spermatozoon gehaltene Körperchen wurde wiederholentlich im Innern des Eies in verschiedenen Lagen in Bezug auf die Mikropyle und den Dotter gesehen, und zuletzt traf ich es gerade im Akte des Eindringens festgehalten. Barry fügt (l. c. S. 5) diesem hinzu: „Der deutlich wahrnehmbare Körper dringt durch einen trichterförmigen Canal in's Innere des Eies ein. Ich habe ihn auf verschiedenen Stufen des Eindringens gesehen; er dringt in den Dotter ein und theilt sich darin in mehrere Theile." Ferner hat Barry (l. c. S. 8) erklärt, „dass es ihm ganz unmöglich sei, irgend einen Unterschied zwischen dem Körper oder Vorderende eines reifen Flussmuschel-Spermatozoons und dem, von Keber abgebildeten, in das Flussmuschel-Ei eindringenden Körper in Bezug auf Grösse, längliche Gestalt und Lichtreflex wahrzunehmen."
Da man nun bei einiger Ausdauer im Aufsuchen der geeigneten Objecte sehr leicht zahlreiche, gleich grosse Eier, bisweilen sogar auf einem und demselben Sehfelde (Barry, l. c. S. 7) antrifft, deren Mikropyle entweder völlig leer ist oder ein querliegendes, längliches, dunkelrandiges, in seinen Umrissen von den doppelt contourirten Wänden der Mykropyle scharf

geschiedenes, mit dem Vorderrande des Spermatozoons in seiner Grösse und Lichtreflex übereinstimmendes Körperchen enthält, so dürfte jeder Unbefangene geneigt sein, meiner Deutung beizustimmen. In der That glaube ich auch, dass meine Beobachtungen weniger Widerspruch erfahren haben würden, wenn sie nicht zur Zeit des Erscheinens meiner Schrift die ersten ihrer Art, sondern nur eine Bestätigung einer schon anerkannten Thatsache gewesen wären. Als meine Schrift erschien, waren nur Barry's Beobachtungen von Spermatozoën im Kaninchenei (1840) veröffentlicht, jedoch wegen des von Prof. Bischoff dagegen erhobenen Widerspruches nicht als richtig anerkannt. Newport's Beobachtungen über das Eindringen der Spermatozoën in das Froschei fanden erst im Frühjahre 1853 statt.

Auch würde das Ergebniss der von Andern angestellten Prüfung meiner Beobachtungen anders ausgefallen sein, wenn dieselben sich bemüht hätten, nicht blos den richtigen Zeitpunkt zu beachten, sondern auch die geeigneten Objecte unter der grossen Anzahl der sich darbietenden optischen Bilder auszuwählen, anstatt sich mit den ungeeigneten ausschliesslich zu beschäftigen. Die geeignetste Jahreszeit zur Constatirung und Demonstration des ganzen Vorganges fällt in unserm nördlichen Klima in die Zeit vom September bis November,[1]) im südlichen Deutschland scheint der September sich nicht dazu zu eignen, wenigstens habe ich im Jahre 1857 bei meinem Aufenthalte in Frankfurt a/M. nach jenen kleinen, in der Entwicklung zurückgebliebenen Eiern vergebens gesucht, welche sich dann hier zu Lande zwischen den normal entwickelten in

1) Wenn Herr Prof. Funke noch in der neuesten Ausgabe seines Lehrbuches der Physiologie (1866, S. 1084) unter seinen theoretischen Einwürfen anführt, es solle nach meiner Ansicht die Befruchtung des Flussmuschel-Eies „das ganze Jahr hindurch erfolgen," so erwidre ich unter Bezugnahme auf S. 123 meiner „Mikrosk. Untersuchungen", dass ich gerade das Gegentheil davon ausgesprochen und schon in meiner ersten Schrift (De sperm. intr. S. 6, 17, 31) wiederholentlich bemerkt habe, wie wichtig es sei, bei diesen Untersuchungen den richtigen Zeitpunkt einzuhalten.

Menge vorfinden, und an welchen die wichtigsten Theile des ganzen Processes am besten nachzuweisen sind.

In Betreff der geeigneten Objecte und aller übrigen Incidenzpunkte erlaube ich mir zur Vermeidung von Wiederholungen auf meine im Eingange genannten drei Schriften zu verweisen, von deren Inhalt ich nichts Wesentliches zurücknehmen kann. Meine Gegner haben gerade in diesem Punkte, wie die von ihnen gelieferten Abbildungen beweisen, gegen meine ausdrücklichen Angaben verstossen und sind deshalb zu ihren negativen Ergebnissen gelangt. Da aber die geeigneten optischen Bilder in der richtigen Jahreszeit bei Weitem die häufigsten sind, so liegt in der That kein genügender Grund vor, diejenigen Objecte, in welchen das Körperchen bereits ein verändertes Ansehen darbietet, oder wo ausnahmsweise auch andere Gebilde sich in der Mikropyle befinden (S. 23 meiner Schrift „De sperm. introitu") als Gegenbeweise gegen die Richtigkeit meiner Deutung geltend zu machen. Da nämlich in der Naturforschung der Grundsatz feststeht, dass eine positive Beobachtung hundert negative aufwiegt, so können die von meinen Gegnern abgebildeten Objecte, wo das in der Mikropyle befindliche Gebilde kein Spermatozoon gewesen sein mag, gegen die Sache nichts beweisen. Wenn das fragliche Körperchen auch nur in der Minderzahl der Fälle als Spermatozoon anzusprechen wäre, so würde dies allein schon beweisend sein. Bei der Flussmuschel verhält es sich aber, wie ich durch vieljährige Prüfung festgestellt habe, umgekehrt; die positiv beweisenden Objecte bilden in der geeigneten Jahreszeit die bei Weitem überwiegende Mehrzahl.

Als ein wichtiges Hilfsmittel, um die Natur des in der Mikropyle enthaltenen Gebildes näher festzustellen, kann ich ferner die Untersuchung der Eier unter dem Schrauben-Compressorium empfehlen, muss jedoch von vorn herein darauf aufmerksam machen, dass derjenige sich in seiner Erwartung getäuscht sehen würde, welcher voraussetzen wollte, das Körperchen unter allen Umständen durch Druck aus dem Eikanal heraussprengen zu können.

Meine vielfachen Prüfungen dieses Gegenstandes haben zu nachstehenden Ergebnissen geführt:

1. In allen Fällen wurde das genannte Gebilde selbst durch so starken Druck, dass das ganze Ei zerfloss und die Mikropyle nicht mehr zu unterscheiden war, in seiner Gestalt entweder gar nicht oder nur so wenig verändert, dass es nur einen etwas mehr gerundeten Contour zeigte. Handelte es sich blos um eine ringartige Verdickung oder um den optischen Ausdruck des scharf contourirten innern Randes der Mikropyle, so hätte durch den Druck eine wesentliche Gestaltveränderung eintreten müssen.

2. In wiederholten Fällen trat das Körperchen bei zunehmendem Drucke als isolirtes Gebilde aus dem Eikanal nach aussen heraus, wobei eine Portion Dotter ihm folgte; jedoch bildeten diese Fälle nur die Minderzahl und traten namentlich bei etwas grössern Eiern ein (Fig. 50, 51, 56* meiner Schrift „De Sperm. intr."). Hierher gehört auch die auf S. 39 der genannten Schrift mitgetheilte Beobachtung, wobei in grösseren, bereits mit einer Eiweissschicht versehenen Eiern in Folge von Verdunstung die Dotterkugel platzte, das in ihr enthaltene Spermatozoon unter meinen Augen in die Eiweissschicht hinausgeschleudert wurde, und hinter ihm eine kleine Portion Dotter einen kleinen Strich bildete (vergl. S. 125 der „Mikrosk. Unters.").

3. Dagegen scheint das in den kleinen Eiern von $^1/_{40}$ bis $^1/_{30}$ Linie enthaltene und in dem engsten Theile des Canals gleichsam eingeschnürte Körperchen mit der Dotterkugel in so innige Verbindung getreten zu sein, dass letztere sich durch Druck nicht löst; in diesen Eiern wurde das Körperchen bei gesteigertem Drucke meistens mehr nach innen gezogen, blieb aber auch dann als dunkelrandiges, scharf contourirtes Gebilde im Ei liegen, selbst nachdem aus letzterem der Dotter grossen Theils ausgeflossen und jede Spur des Eikanals verschwunden war. Dass der Eikanal sich in's Innere der Dotterkugel fortsetzt, beweisen die Fig. 52—54 meiner genannten Schrift, mit welchen die von Herrn Dr. Dönitz aufgefundenen optischen Bilder im Wesentlichen übereinstimmten.

Die Mikropyle leistet dem Drucke meistens einen stärkeren Widerstand, als die Eihaut, denn in vielen Fällen sah ich auch bei solchen Eiern, welche noch eine völlig leere Mikropyle besassen, den Dotter durch gesteigerten Druck nicht durch letztere, sondern durch einen in ihrer Nähe entstandenen Riss der Eihaut austreten.

In neuerer Zeit hat Hr. v. Hessling[1]) die Ansicht geltend zu machen gesucht, dass bei der Flussperlenmuschel und bei

1) Th. v. Hessling, Die Perlmuscheln und ihre Perlen. 1859. S. 279. In Bezug auf diese Schrift dürfte nachstehende persönliche Bemerkung gerechtfertigt erscheinen. Während die in den letzten Jahrzehnten bei den Najaden ermittelten neuen anatomischen und physiologischen Thatsachen über die Eingeweide-Nerven, die Bojanus'sche Drüse, die vermeintlichen Wassergefässe, die angebliche Wandungslosigkeit der Venen, die Befruchtung u. a. grösstentheils von mir zuerst aufgefunden und beschrieben sind (vergl. dieses Archiv 1852. S. 76 und meine „Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Weichthiere," 1851), während die späteren Forscher auf diesen Gebieten, namentlich v. Rengarten und Prof. Langer, dies in ihren Schriften ausdrücklich hervorheben und letzterer (Das Gefässsystem der Teichmuschel, 1855 und 1856) insbesondere von der „Keber'schen Klappe" und dem Keber'schen Organe" spricht, hat Hr. v. Hessling für gut befunden, in den betreffenden Abschnitten seiner Schrift meiner mit keiner Silbe zu erwähnen, sondern die von mir erzielten Ergebnisse meinen Nachfolgern zuzuschreiben (l. c. S. 210, 215, 224) und meine Arbeiten, ohne meinen Namen zu nennen, blos mit einigen Seitenhieben auf „die viel genannte und als grösste physiologische Entdeckung ausposaunte Mikropyle" (S. 278) auf „Ungeübte" und „reine Artefakte" (S. 280) abzufertigen. Fragt man, wodurch ich dieses „Todtgeschwiegenwerden" in dem v. Hessling'schen Sammelwerke verwirkt habe, so bin ich mir keiner andern Schuld bewusst, als dass ich mich gegen die in seinen „Bemerkungen" (Vol. V. der Zeitschrift für wissensch. Zoologie, 1854. S. 392) enthaltenen Angriffe in meinen „Gegenbemerkungen" (Barry's Bestätigung 1855, S. 14) vertheidigt und ihre Unhaltbarkeit nachgewiesen habe. Ob demselben für jenes Verfahren das Prädicat eines „treuen Compilators", welches er sich in der Vorrede seiner Schrift (S. IV) vindicirt, oder vielmehr das Gegentheil davon gebührt, kann ich getrost dem unparteiischen Urtheile der Geschichte anheimgeben.

den Najaden überhaupt die Befruchtung gar nicht innerhalb des Ovariums oder im Eileiter, sondern erst nach dem Herabtreten der Eier in die äusseren Kiemenfächer stattfinde, indem der Samen auf demselben Wege, auf welchem die Eier nach v. Baer's[1]) Darstellung aus dem Ovarium in die äusseren Kiemenfächer geleitet werden, nach aussen in's Wasser gelange, dann aber von dem hinteren Ende einer im Boden feststehenden Muschel strudelförmig in den hinteren Mantelschlitz hineingezogen werde und so in die Strömung gerathen soll, „welche von aussen nach den Kiemenfächern ihre Richtung nimmt." Diese Ansicht hat Hr. v. Hessling[2]) im Jahre 1860 dahin modificirt und erweitert, dass die Befruchtung der Flussperlenmuschel nicht einmal in den äusseren Kiemen, sondern vielmehr im Wasser selbst erfolgen soll, indem beide Geschlechter ihre Zeugungsstoffe zu gleicher Zeit nach aussen in's Wasser entleeren; dass auf diese Weise eine innige Vermischung beider Zeugungsstoffe erzielt werde, und dass dann beide, Samen wie Eier, mit dem Strudel des einströmenden Wassers in die äusseren Kiemen anderer Muscheln hineingezogen werden. Dadurch würden die im Wasser befruchteten Eier, von ihrem mütterlichen Boden entfernt, in den Kiemen fremder Muscheln ihre Brutstätte finden müssen, um so zur weiteren Entwicklung zu gelangen.

Zur Begründung dieser nach seinen eigenen Worten „fast paradoxen Consequenzen" beruft sich Hr. v. Hessling auf die von dem Revierförster Walther im August 1859 angestellte und durch „Sachverständige" protokollarisch bestätigte Beobachtung des Ausfliessens einer weissen, milchartigen, schleimigen, der Milch der Forellen ganz ähnlichen Masse mit rauchartigem Aussehen aus der hinteren Mantelöffnung zahlreicher Perlmuscheln, bei denen durch die von Hrn. v. Hessling später ausgeführte mikroskopische Untersuchung ihrer Ge-

1) Meckel's Archiv 1830. S. 313.

2) Ueber die Befruchtung der Flussperlenmuschel, in von Siebold's und Kölliker's Zeitschrift, 1860. Vol. X. S. 362.

schlechtsdrüsen nachgewiesen wurde, dass sich unter ihnen sowohl Männchen als Weibchen befunden hatten.

Indem ich hinsichts der ausführlicheren Beschreibung dieser Beobachtungen auf das Original verweise, und indem ich hinzufüge, dass ich meinerseits nicht beabsichtige, die Objectivität derselben im Allgemeinen anzufechten (obwohl bekanntlich von Laien angestellte physiologische Beobachtungen mit grosser Vorsicht aufgenommen werden müssen), muss ich doch gegen die Richtigkeit der von Hrn. v. Hessling darauf gegründeten Schlussfolgerungen auf's Bestimmteste protestiren. Zwar kenne ich die Perlmuschel selbst nicht, jedoch dürfte kein Sachkenner daran zweifeln, dass dieselbe schwerlich in ihren wichtigsten Lebensvorgängen von den übrigen Unionen sowie den Anodonten abweichen wird.

Auf Grund meiner an der Teich- und Flussmuschel vielfach angestellten und in meinen „Beiträgen zur Anatomie und Physiologie der Weichthiere", S. 15—18 beschriebenen Beobachtungen über die Kiemenströmungen muss ich nun als Gegengrund gegen die obigen Schlussfolgerungen v. Hessling's vor Allem hervorheben, dass bei den Najaden eine von aussen nach den äussern Kiemenfächern, der Brutstätte der Eier, führende Strömung des Wassers gar nicht existirt, dass vielmehr die einströmende Richtung des Wassers in den zwischen den innern Kiemen gelegenen Raum des Mantels führt; wogegen aus der hintern Mantelöffnung, der Afterröhre, nur eine nach aussen führende Strömung stattfindet. Da aber meines Wissens noch von keinem Beobachter behauptet worden ist, dass beiderlei Strömungen zeitweise eine entgegengesetzte Richtung annehmen (was auch in der That niemals der Fall ist), so würden die in's Wasser ausgestossenen Eier auf dem von Hrn. v. Hessling angenommenen Wege nicht in die Kiemenfächer einer anderen Muschel gelangen können.

Da den meisten Lesern die Kiemenströmungen der Najaden nicht durch Autopsie bekannt sein dürften, so erlaube ich mir zum bessern Verständniss und zur Begründung meines vorstehenden Ausspruches den bezüglichen Theil meiner Beschreibung auszugsweise einzuschalten.

S. 16. „Wenn man eine Muschel so in ein flaches, mit frischem Wasser gefülltes Gefäss legt, dass der Wasserspiegel das Thier nicht ganz bedeckt, jedoch das hintere Ende des Thieres um einige Linien überragt, so wird man nach einiger Zeit bemerken, wie sich die Schalen ein wenig von einander entfernen, und wie aus dem hintern Ende des Thieres zweierlei dicht aneinander liegende Organe langsam und vorsichtig hervortreten. Es sind dies die mehr nach dem Schlosse zu liegende cylindrische Afterröhre und der dicht dabei befindliche, gerade nach hinten gerichtete und mit zahlreichen feinen Tentakeln besetzte hintere Theil des Mantelschlitzes. Färbt man das Wasser mit einem Farbstoffe z. B. Cochenille und streut ein wenig Semen Lycopodii hinein, so bemerkt man nach einiger Zeit, zuweilen erst nach mehreren Stunden, sowohl mit blossem Auge als auch mittelst der Loupe zwei gleichzeitige Bewegungen des Wassers, nämlich eine sehr leise und allmähliche, zwischen den Tentakeln einströmende und eine mehr oder weniger heftige, aus der Afterröhre ausströmende. Die letztere ist zuweilen so lebhaft, dass das Wasser mehrere Zoll weit in eine wahrhaft strudelförmig kreisende Bewegung versetzt wird. Man sieht dies besonders deutlich durch die in abstossender und anziehender Richtung fortgetriebenen Semina Lycopodii, welches lebhafte Spiel dem Neulinge einen sehr überraschenden Anblick gewährt. Die Richtung dieses aus der Afterröhre ausströmenden Strahles ist fast rechtwinklig vom hintern Schliessmuskel nach dem Rücken zu, was davon herrührt, dass sich der Kiemengang um den hintern Schliessmuskel herumkrümmt und sich dadurch nach der Rückenfläche des Thieres wendet. Die einziehende Bewegung zwischen den Tentakeln ist dagegen so sanft und allmählich, dass ein ungeübtes Auge sie gar nicht wahrnimmt. Man kann sie aus der Bewegung der Semina Lycopodii nicht erkennen, weil letztere auf der Oberfläche des Wassers schwimmen und durch die unter der Oberfläche stattfindende, leise einziehende Strömung nicht mitbewegt werden. Dagegen kann man bei längerem sorgfältigen Zuschauen sehr deutlich erkennen, wie andere kleine, im Wasser suspendirte Körperchen z. B. Schleimflöckchen aus den Abgängen der

Muschel u. a. sich den Tentakeln nähern und zwischen ihnen in die Mantelhöhle des Thieres hineinschlüpfen."

S. 18. „Der Kothabgang erfolgt zugleich mit dem ausstossenden Wasserstrahle aus der Afterröhre, nicht in einzelnen kurzen Ergüssen, sondern in langen anhaltenden Entleerungen, und ist selbst bei Muscheln, die man längere Zeit in mit Wasser gefüllten Gefässen hält, auffallend reichlich.

Dass der ausströmende Wasserstrahl sehr viel heftiger ist, als die einströmende Bewegung, erklärt sich sehr natürlich aus der verhältnissmässig geringen Weite und nach aussen zunehmenden trichterförmigen Verengung der Afterröhre."

Mit dieser Schilderung stimmt die Beschreibung, welche Hr. v. Hessling (Die Perlmuscheln, S. 227) von den Kiemenströmungen der Perlmuscheln gegeben hat, im Wesentlichen überein, so dass ich in dieser Hinsicht keinen Widerspruch von seiner Seite zu besorgen habe. Hieraus folgt aber, dass seine Annahme einer Strömung, „welche von aussen ihre Richtung nach den Kiemenfächern nimmt" (l. c. S. 279), auf einer Verwechslung beider Kiemenströmungen beruht. Das einströmende Wasser hat vielmehr stets die Richtung zwischen den innern Kiemen nach dem Fusse zu, an dessen beiden Seiten die Oeffnung der Geschlechtsdrüse sich befindet; mithin würden die durch die Afterröhre ausgetretenen Eier, um in die äussern Kiemenfächer einer andern Muschel zu gelangen, entweder den letztgenannten Umweg einschlagen oder gegen den Strom schwimmen müssen, was deshalb physikalisch unmöglich ist, weil die Eier keine eigenen Bewegungs-Organe besitzen, sondern nur durch die Strömung des Wassers resp. die in den Kiemengängen stattfindende Flimmerung fortgeleitet werden. Durch die von aussen nach innen zwischen den Tentakeln stattfindende Strömung würden sie zunächst wieder in die Mantelhöhle gerathen und bis in die Nähe der Oeffnung des Ovariums fortgeführt werden, mithin gewissermaassen einen Zirkel beschreiben müssen, um dann endlich durch die Kiemengänge nach den äussern Kiemenfächern zu gelangen. Diese Annahme erscheint aber bei ernstlicher Erwägung an und für sich so unnatürlich, dass wohl Niemand dazu hinneigen dürfte.

Meiner Meinung nach bleibt, falls die Beobachtungen des Revierförsters Walther von dem gleichzeitigen Austritt der Zeugungsstoffe aus männlichen und weiblichen Perlmuscheln richtig sein sollten, nur ein Ausweg Behufs einer natürlichen Erklärung dieses Vorganges übrig, nämlich die für jetzt hypothetische Annahme, dass damals die Männchen ihre Spermatozoën, die Weibchen dagegen ihre bereits in den Kiemenfächern gereiften Embryonen (das Product der letztvorhergegangenen Befruchtung) ausgestossen haben,[1]) dass mithin die Geburt der jungen, bereits ausgetragenen Muschelthiere und die neue Befruchtung der Weibchen fast gleichzeitig oder wenigstens nur durch einen kurzen Zeitraum getrennt stattgefunden habe; eine Annahme, welche deshalb nicht gerade unglaublich erscheinen dürfte, weil auch bei manchen höheren Thieren die Brunst bald nach dem Wurfe der Jungen eintritt.[2]) Diese Erklärung wird anscheinend dadurch unterstützt, dass Hr. v. Hessling in seiner Beschreibung des mikroskopischen Befundes bei den von ihm nachträglich untersuchten Muschelthieren nichts darüber erwähnt, ob er in den Kiemenfächern derselben Eier angetroffen hat, was doch der Fall hätte sein müssen, wenn die von ihm angenommene Ueberführung der Eier aus einem Thiere in das andere wirklich stattgefunden hätte.

Ferner spricht meiner Meinung nach auch der Umstand gegen die Erklärung v. Hessling's, dass man bei trächtigen Weibchen die äusseren Kiemenfächer in der Regel mit Eiern

---

1) Eine Ausstossung lebender Embryonen aus den Kiemenfächern durch die Afterröhre habe ich bei meinen Beobachtungen der Kiemenströmungen mehrfach wahrgenommen.

2) Bei den Najaden ist jedoch nicht eine Begattung, sondern blos eine Brunst in analoger Art, wie bei den Fischen, anzunehmen. Zwar habe ich bei wiederholten Beobachtungen lebender Fluss- und Teichmuscheln in einem flachen Graben bei Insterburg mehrmals Männchen und Weibchen theils in kriechender, theils in liegender Stellung so nahe bei einander gesehen, dass ihre Tentakelöffnungen sich innig berührten, jedoch eine Ueberführung des Samens in diesen Fällen nicht constatiren können.

oder Embryonen vollständig ausgefüllt und davon strotzend findet, was doch schwerlich der Fall sein könnte, wenn die Ueberführung der Eier in die Kiemenfächer nur dem äussern Zufall durch Vermittlung des Wassers überlassen wäre.

Drittens aber muss ich hier wiederholentlich aussprechen, dass ich bei meinen unzähligen Untersuchungen der Unionen im September und October mehrerer hinter einander folgender Jahre theils geschwänzte theils ungeschwänzte Spermatozoën im Ovarium weiblicher Thiere (nicht Zwitter)[1]) in Menge aufgefunden und mich von ihrer Natur durch Aufträufeln einer concentrirten Lösung von salpetersaurem Strychnin überzeugt habe, wodurch sie ebenso, wie die dem Hoden entnommenen, in lebhaft zuckende Bewegungen geriethen (De sperm. intr. S. 10 bis 12 u. 22).

Nach Vorstehendem kann ich kein Bedenken tragen, die von Hrn. v. Hessling aus den Walther'schen Beobachtungen[2]) gezogenen Schlüsse und die Annahme einer im Wasser stattfindenden äussern Befruchtung bei den Najaden für unbegründet zu erklären. Ich sehe darin um so weniger eine zwingende Veranlassung, von meiner Darstellung der Befruchtung des Flussmuschel-Eies etwas zurückzunehmen, als das Vordringen der durch die Tentakelöffnung in die Mantelhöhle gelangten Spermatozoën bis zur Oeffnung des Ovariums durch Vermittlung der daselbst in der Richtung von aussen nach innen stattfindenden Kiemenströmung auch ohne Begattung die einfachste

1) Bei Zwittern habe ich (Mikrosk. Unters. S. 120, Anm. 32) im Gegensatze zu der Angabe v. Hessling's (l. c. S. 363) ein lebhaftes Gewimmel von Spermatozoën wahrgenommen.

2) Gegen die Zuverlässigkeit der Walther'schen Beobachtungen habe ich vor Allem anzuführen, dass bei den Najaden die Tentakelöffnung und die Afterröhre dicht bei einander liegen und durch die Muschelschalen so verdeckt sind, dass es nicht leicht ist, zu unterscheiden, in welche von beiden die zwischen die Schalen hineingleitenden Massen eindringen. Da aber Hr. Walther den Vorgang nur bei im Bache liegenden Thieren beobachtet hat, dessen Wasser durch die ausgetretenen Zeugungsstoffe stark getrübt war (l. c. S. 360), so scheint er beiderlei Oeffnungen mit einander verwechselt zu haben.

und natürlichste Erklärung findet. Wenn daher Hr. Prof. Funke (l. c. S. 1084) behauptet, dass bei den Najaden, „wie Andere wissen", eine äusserliche Befruchtung stattfinde, so kann ich hierauf nur erwidern, dass dieses „Wissen" auf unrichtigen Voraussetzungen und auf einer Verwechslung der beiderlei Kiemenströmungen beruht. Auch seine Behauptung, dass das Eindringen der Spermatozoën in's Ovarium bei den Najaden „eine Begattung voraussetzte," ist nach obiger Ausführung unbegründet.

Dieselben Gründe, welche ich im Obigen gegen die Annahme einer im Wasser stattfindenden äussern Befruchtung bei den Najaden angeführt habe, sprechen aber auch gegen das von Hrn. v. Hessling früher behauptete Eindringen der in's Wasser gelangten Spermatozoën in die Kiemenfächer durch die hintere Mantelöffnung (Afterröhre), da dieselben hierbei ebenfalls gegen eine starke, nach aussen gerichtete Strömung ankämpfen müssten. Niemals habe ich in die letztgenannte Oeffnung eins der im Wasser suspendirten Körperchen eindringen gesehen. — Wenn Hr. v. Hessling in den Kiemenfächern weiblicher Unionen Spermatozoën gefunden hat, so konnten letztere nur auf dem oben beschriebenen Umwege dahin gelangt sein. Es wäre dann anzunehmen, dass nicht alle, durch die Tentakelöffnung in die Mantelhöhle eingedrungenen Spermatozoën bis in's Ovarium oder den Eileiter gelangt, sondern einige von ihnen von der im innern Kiemengange stattfindenden Strömung mitgerissen sein mögen. Ob dieselben alsdann noch ausnahmsweise durch die Poren [1]) der Eihäute in die Eiweissschicht der Eier eindringen konnten, wofür die Fig. 2, e Taf. VII des v. Hessling'schen Werkes über die Perlmuscheln zu sprechen scheint, ist eine Frage, auf deren Beantwortung ich bei dem Mangel an eigenen einschlägigen Beobachtungen verzichten muss. Dass jedoch auf diesem Wege nicht die normale Befruchtung stattfinden kann, dürfte Jedem einleuchten, welcher sich die im Obigen beschriebene Richtung der Kiemenströmungen vergegenwärtigt.

1) Vergl. meine Mikrosk. Unters. S. 24, 27.

Zur Unterstützung meiner Darstellung des Befruchtungs-Processes bei der Flussmuschel mache ich endlich darauf aufmerksam, dass die im Ovarium enthaltenen Eier von $^1/_{40}$ bis $^1/_{30}$ Linie, wie auch Leuckart[1]) und v. Hessling[2]) zugeben, bereits vom Stroma desselben abgelöst und frei sind. Da aber auch bei vielen anderen Thieren die Befruchtung der Eier bald nach ihrer Ablösung vom Ovarium stattfindet, so steht diese frühzeitige, von meinen Gegnern deshalb als unannehmbar bezeichnete Befruchtung der bereits abgelösten Eier mit den physiologischen Gesetzen nicht im Widerspruche (vergl. Barry's Bestätigung, S. 17).

Indem ich nach vorstehender Ausführung nicht umhin kann die Erwartung auszusprechen, dass meine Entdeckung des Eindringens der Spermatozoën in das Flussmuschel-Ei, da sie in allen Hauptpunkten auf objectiven Wahrnehmungen beruht, und da die von mehreren Seiten dagegen erhobenen Einwände bei eingehender Prüfung sich als unhaltbar erwiesen haben, im Laufe der Zeit die vollständige Zustimmung aller Sachkenner erhalten wird, muss ich auch die von mir gegebene Darstellung des ferneren Schicksals der in's Ei eingedrungenen Spermatozoën als richtig aufrecht erhalten. Schon Martin Barry (l. c. S. 5) hat in dieser Hinsicht meine Beobachtungen mit folgenden Worten bestätigt: „Das Körperchen dringt in den Dotter ein und theilt sich darin in mehrere Theile.“ Diesen Vorgang habe ich durch sorgfältige Betrachtung unzähliger Anodonten- und Unionen-Eier in dem geeigneten Stadium ihrer Entwicklung verfolgt und in meiner Schrift „De sperm. intr. S. 33—44“ naturgetreu beschrieben. Es handelt sich aber dabei keineswegs blos um eine sogenannte Fettmeta-

---

1) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, Bd. IV. S. 801.

2) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. V. 1854. S. 410.

3) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. VI. 1855. S. 226.

morphose, welche Meissner[3]) den in's Ei eingedrungenen Spermatozoën zuschreibt, sondern, wie Fig. 8 Taf. II. meiner „Mikr. Unters." nachweist, um eine Kerntheilung, wodurch die vom väterlichen Organismus herstammenden Keime zu materiellen Bestandtheilen des Dotters werden und sich beim Aufbau des in der Entstehung begriffenen neuen Wesens direct betheiligen. Dass die kleinen Kerne und Kernchen, in welche das Spermatozoon innerhalb des Dotters zerfällt, unter dem Mikroskope einen den Fettkügelchen ähnlichen Lichtreflex zeigen, beweist durchaus nicht, dass sie sich in Fett umgewandelt haben. Schon Virchow hat darauf hingewiesen, dass nicht Alles Fett ist, was einen Fettglanz zeigt. Die in den Dotter versenkten Spermatozoën haben aber denselben Lichtreflex, wie die dem Hoden entnommenen, und stimmen in ihrem „hyalinen" Aussehen mit vielen anderen Zellenkernen überein.

Dass ich bereits im Jahre 1853 (S. 7 und 44 meiner Schrift De sperm. intr.) das Zerfallen der Spermatozoën im Dotter als eine Kerntheilung bezeichnet habe, wird heut zu Tage um so weniger Anstoss erregen, als der früher eng begrenzte Begriff der Zellen als Elementar-Organismen in neuerer Zeit durch die Arbeiten von Max Schultze, Brücke u. A. eine bedeutende Erweiterung erfahren hat. Hiernach dürfte meine obige, auf Naturbeobachtung beruhende Darstellung im Gegensatze zu der physiologisch unbefriedigenden Annahme einer blossen Fettmetamorphose ebenfalls auf die dereinstige Zustimmung der Fachmänner zu rechnen haben.

Wenn einige Physiologen sich darüber beklagen, dass trotz des durch die neuern Forschungen festgestellten Eindringens der Spermatozoën in das thierische Ei als wesentliche Bedingung der Befruchtung doch das Wesen der letztern ebenso unaufgeklärt geblieben sei, wie vordem, so kann ich ihnen hierin meinerseits nicht beipflichten. Meiner Meinung nach hat man dem Worte „Befruchtung" bisher in der Wissenschaft einen Sinn untergelegt, welcher mehr enthielt, als durch die

Naturbeobachtung festgestellt ist. Man hat angenommen, dass durch die Berührung von Spermatozoën und Dotter ein neues, im Ei vorher noch nicht vorhandenes Leben geweckt werde.[1]) Man hat aber hierbei übersehen, dass das Ei schon vor der Befruchtung eine lebendige, vom mütterlichen Organismus spontan sich ablösende Zelle ist, welche ebenso wenig, wie jede andere organische Zelle, einer besonderen Belebung bedarf,[2]) und dass das in ihm schon vorhandene Zellenleben durch die Verschmelzung mit den vom väterlichen Organismus herstammenden Keimen nur in eigenthümlicher Weise modificirt und gewissermaassen inficirt wird.[3]) Halten wir uns blos an diese, auf Naturbeobachtung beruhende Thatsache, so bedarf der Begriff der Befruchtung einer entsprechenden Einschränkung. Es handelt sich dann dabei ebenso, wie bei jeder andern Zellenbildung, nicht um die Entstehung völlig neuer, sondern nur um die Fortentwicklung schon vorhandener organischer Keime nach den Gesetzen der endogenen Zellenbildung, welche Martin Barry[4]) bereits im Jahre 1840 beim Kaninchen-Ei objectiv nachgewiesen und durch eine lange Reihe nicht schematischer Abbildungen veranschaulicht hat.

Bei dieser Auffassung erscheint aber auch v. Siebold's Parthenogenesis, welche den Physiologen in neuerer Zeit soviel

---

1) Th. L W. Bischoff in diesem Archiv. 1847. S. 422. — Wundt, Lehrbuch der Physiologie. 1865. S. 626. — Meissner l. c. S. 261.

2) Vergl. meine Mikrosk. Unters. S. 164.

3) Obgleich Hr. Prof. Funke diese, zuerst von Prof. Mayer aufgestellte Analogie der Befruchtung mit einer Infection eine „Verballhornisirung“ genannt hat, so kann ich doch nicht umhin, mit Rücksicht auf die wichtige Rolle, welche die kleinsten zelligen Organismen nach den neuesten Forschungen bei ansteckenden Krankheiten zu spielen scheinen, das obige Gleichniss für annähernd zutreffend zu halten.

4) Researches in Embryology, Third Series, From the Philosophical Transactions. Part II for 1840.

Kopfbrechens verursacht hat, weniger unbegreiflich, da es nicht undenkbar ist, dass bei manchen anderen Thieren unter besonderen Umständen eine selbstständige Fortentwickelung der in der Eizelle schon vorhandenen Keime nach dem Typus des mütterlichen Organismus auch ohne Vermischung mit dem Männchen stattfinden kann. Hiernach würde die Parthenogenesis mutatis mutandis der bei den niedrigsten Thierklassen und im Pflanzenreiche vielfach vorkommenden Fortpflanzung durch Knospenbildung analog sein.

Ich habe meine obige Auffassung der physiologischen Bedeutung der Befruchtung bereits im Jahre 1854[1]) in einigen Sätzen entwickelt, welche ich den Physiologen wiederholentlich zur eingehenden Erwägung empfehle, da sie lediglich aus den objectiven Ergebnissen der Naturbeobachtung abgeleitet sind Dieselben sind jedoch damals von mir auf die Parthenogenesis deshalb nicht ausgedehnt worden, weil diese zu jener Zeit noch nicht Eigenthum der Wissenschaft geworden war.

Obgleich ich nun, wie sich für jeden denkenden Naturforscher von selbst versteht, mir nicht einbilde, mit vorstehender aphoristischer Darstellung das Wesen der Befruchtung erschöpfend aufgefasst oder gar jede weitere Forschung auf diesem Gebiete entbehrlich gemacht zu haben, so halte ich mich doch zu dem Ausspruche berechtigt, dass mir bei der gegenwärtigen Sachlage die Befruchtung nicht unbegreiflicher erscheint, als jede andere Zellenvermehrung, von welcher wir auch nur die Erscheinungen, nicht aber das eigentliche Wesen kennen und wahrscheinlich niemals kennen lernen werden.

Anhang.

Die in einigen neueren Lehrbüchern der Physiologie gegebene Darstellung der Zeitfolge unter den auf die Feststellung des Eindringens der Spermatozoën in das thierische Ei und

---

1) Mikrosk. Unters. S. 166.

die Auffindung der Mikropyle gerichteten literarischen Arbeiten stimmt in mehrfacher Hinsicht mit dem geschichtlichen Hergange nicht überein. Dahin gehört zunächst, dass nicht Bischoff, sondern Meissner der Erste gewesen ist, welcher die Entdeckung Barry's von Spermatozoën im Kaninchen-Ei bestätigt hat. Der nähere Nachweis hiervon ist in der Vorrede meiner Mikrosk. Unters. S. 5 enthalten und ergiebt sich auch aus Bischoff's Worten S. 8 seiner Bestätigung. Ferner ist meine Schrift De sperm. intr. nicht, wie Prof. Wundt (Lehrbuch der „Physiologie", 1865, S. 626) angiebt, „gleichzeitig" mit Bischoff's Bestätigung, sondern ein volles Jahr später erschienen und hat, wie selbst mein Gegner Funke (Physiologie, 1866, S. 1070) zugiebt, zu den späteren Untersuchungen verschiedener Forscher über die Befruchtungsvorgänge und die Mikropyle vorzugsweise die Anregung gegeben. Sodann hat Newport das Eindringen der Spermatozoën in's Innere des Froscheies erst im Frühjahre 1853 constatirt (vergl. Bischoff's Widerlegung, S. 36); mithin bedarf Funke's Angabe (l. c.) in dieser Hinsicht einer Berichtigung. Nelson's Beschreibung des Eindringens der Spermatozoën in das Ei von Ascaris mystax war bereits im Jahre 1852 in den Philos. Transactions erschienen, ist mir jedoch erst später durch eine Mittheilung Barry's bekannt geworden und konnte deshalb in meiner Schrift De sperm. intr. noch nicht erwähnt werden.

Meine im zweiten Theile der letztgenannten Schrift enthaltenen „Untersuchungen über die Bildung einer Mikropyle des Kaninchen-Eies" würden, nachdem Barry die von mir bereits daselbst S. 69 ausgesprochene Vermuthung, dass es sich dabei um vom Ovarium abgelöste Ovisacs gehandelt habe, wissenschaftlich festgestellt hat (Mikrosk. Unters. S. 100 und 158 und Barry's Bestätigung S. 31), vorläufig gar nicht in das Kapitel von der Bildung einer Mikropyle gehören, da die Auffassung meines Lehrers v. Baer, dass der ganze Graaf'sche Follikel das Säugethier-Ei repräsentire, heut zu Tage als „überwundener Standpunkt" gilt. Da vielen Lesern

die betreffende Darstellung v. Baer's nicht bekannt sein dürfte, so erlaube ich mir seine Worte hier im Urtexte anzuführen: „Vesicula Graafiana, cum ad ovarium generatimque ad corpus maternum respicimus, ovum sane est mammalium.[1])

Das im Graaf'schen Follikel enthaltene, eigentliche Säugethier-Ei bezeichnete v. Baer mit dem Worte „ovulum“, indem er (l. c.) sagte: „in vesicula Graafiana describenda voce ovuli semper usus sum, quia vesicula Graafiana ipsa ovum refert respecto ovario, ex ovulo autem fit ovum fetale.“ Sollte diese Ansicht v. Baer's sowie der Ausspruch Barry's, „dass der Säugethierovisac nach seiner Ausstossung vom Ovarium mit demselben Rechte „Ei“ genannt werden kann, wie das gelegte Vogel-, Fisch-, Frosch- oder Muschel-Ei (Bestätigung S. 38) im Laufe der Zeit allgemeine Zustimmung finden, so würden meine Beobachtungen am Kaninchen und insbesondere über die Bildung von Oeffnungen an den Ovisacs als ein Beitrag zur Lehre von der Mikropylen-Bildung eine Bedeutung gewinnen, wogegen sie für jetzt nur in sofern ein physiologisches Interesse darbieten, als durch sie der Nachweis eines in der Geschlechtssphäre weiblicher Säugethiere stattfindenden, bisher unbeachtet gebliebenen Vorganges geführt ist. Indem ich in Bezug hierauf auf meine im Eingange genannten drei Schriften und auf meinen, im Jahre 1857 in Bonn gehaltenen Vortrag[2]) verweise und meine damalige Darstellung noch heute als völlig naturgetreu aufrecht erhalten muss, kann ich nicht umhin, die hiergegen gerichteten, theoretischen Einwürfe Funke's (l. c. S. 1084) wiederholentlich

---

1) De ovi mammalium et hominis genesi. 1827. pag. 32.

2) Amtlicher Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Bonn im September 1867, S. 200. In diesem Vortrage habe ich zugleich mitgetheilt, dass ich auch in vom Fleischer geschlachteten weiblichen Mastschweinen mehrmals in der Nähe des Ovariums spontane abgelöste Graaf'sche Follikel (Ovisacs) aufgefunden habe.

theils als unbegründet theils als Entstellungen meiner unzweideutigen Worte zurückzuweisen. Wenn derselbe daselbst angiebt, er „habe sich zuerst die Mühe genommen, den Werth der Keber'schen Entdeckungen zu beleuchten," so bedaure ich, ihm in dieser Hinsicht die Priorität deshalb nicht zugestehen zu können, weil ich selbst bereits an verschiedenen Stellen meiner Schrift De sperm. intr. (S. 9, 22, 67, 93) die von ihm angeführten Gegenstände ernstlich erwogen hatte.

Dagegen kann ich hier mein Befremden darüber nicht zurückhalten, dass Hr. Prof. Funke bei der Besprechung dieses Gegenstandes (l. c.) zwar meine literarischen Gegner Bischoff, v. Hessling und Meissner namhaft gemacht, aber die im Jahre 1855 veröffentlichten Bestätigungen meiner Beobachtungen am Flussmuschel-Ei und am Kaninchen durch Martin Barry und Webb mit Stillschweigen übergangen hat. Da die Autorität Barry's als desjenigen, welcher überhaupt zuerst Spermatozoën im thierischen Ei erkannt hat, in Bezug auf dies Thema in den Augen Unparteiischer schwerer in's Gewicht fallen muss, als der Widerspruch Bischoff's, welcher noch in seiner „Widerlegung" (S. 38) erklärt hatte, dass er „Barry's, Keber's und Nelson's, in dieser Hinsicht irrige Angaben immer bekämpfen werde," so dürfte jeder Schriftsteller auf diesem Gebiete, zumal wenn er ein akademisches Lehramt bekleidet, die Pflicht haben, Gerechtigkeit nach beiden Seiten walten zu lassen.

Da ferner Hr. Prof. Meissner[1]) selbst erklärt hat, seine Untersuchungen am Flussmuschel-Ei nur im Frühjahr angestellt zu haben, welches nach meiner Erfahrung sich im nördlichen Deutschland nicht dazu eignet, so kann ich denselben nur bedingungsweise zu meinen Gegnern rechnen und glaube vielmehr, dass derselbe ebenso, wie Barry und Webb, mir beipflichten würde, wenn er sich entschlösse, seine Untersuchungen genau nach meinen Angaben und in der geeigneten Jahreszeit zu wiederholen.

---

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Band VI. 1855. S. 253.

Es bleibt mithin, soweit mir bekannt ist, unter denjenigen meiner literarischen Gegner, welche sich mit einer Prüfung meiner Beobachtungen durch Autopsie befasst haben, nur Herr v. Hessling übrig, dessen Einwürfe ich theils in meinen „Gegenbemerkungen“ (Barry's Bestätigung S. 14), theils in der vorstehenden Abhandlung in überzeugender Art widerlegt zu haben glaube.

Physiologische Schriftform.

Von

A. Bernstein.

Die neuere Forschung hat nicht blos die unterscheidenden Merkmale der Haupt-Consonanten P, T und K, sondern auch die Verwandtschaft eines jeden derselben mit den sich ihnen anschliessenden und von ihnen abgeleiteten Consonanten physiologisch auf die Sprachwerkzeuge zurückgeführt und somit der Entstehung des Alphabets eine naturgemässere Grundlage verliehen, als es bisher von den Sprachforschern der Fall gewesen ist.

Hiernach bildet jeder dieser drei Haupt-Consonanten den Stamm von drei anderen, und zwar zunächst einem weichen und mit Stimme ausgestossenen, wodurch aus dem P das B, aus dem T das D und aus dem K das G entsteht.

Jeder dieser sechs Consonanten, der ausstossweise entsteht, hat aber auch einen anderen Consonanten zur Folge, wenn anstatt des Ausstossens eine Dehnung derselben eintritt.

So entsteht aus der Dehnung des P der Consonant F.
„ „ „ „ B „ „ W.
„ „ „ „ T „ „ S (scharf ausgesprochen).
„ „ „ „ D „ „ S (weich).
„ „ „ „ K „ „ Ch (Kh).
„ „ „ „ G „ „ j (Jot)

Es erscheint mir nun sehr beachtenswerth, dass die Schriftzeichen, die nach mannigfacher W a n d l u n g im hebräischen

Alphabet auf uns gekommen sind, eine Form haben, welche es augenscheinlich bekundet, dass bei ihrer Entstehung diese Ergebnisse der neuesten physiologischen Forschung bereits beobachtet und festgehalten worden sind.

Das P dieses Alphabets hat folgende Gestalt . . = פּ
Das F ist genau dasselbe ohne Punkt in der Mitte = פ
Das B ist wie P gestaltet jedoch ohne den Haken = בּ
Das W ist dem B gleich ohne Punkt in der Mitte = ב

Etwas weniger auffällig aber doch sehr leicht erkennbar ist ganz dasselbe mit dem T der Fall.

Das T sieht wie folgt aus . . . . . . = תּ
Das S (scharf) ist T gleich, ohne Punkt = ת
Das D ist ein T ohne linken Fuss . . = ד
Das S (weich) ist ein schmales D . . = ז

Ein Gleiches findet aber auch mit dem K statt.

Das K hat folgende Gestalt . . . . = כּ
Das Ch ist dem K gleich ohne Punkt . . . . = כ
Das G ist nur im Fuss anders als das K und schmäler = ג
Das j (Jot) ist der Kopf des G . . . . = י

Der Charakter dieser zwölf Buchstaben hat freilich in unserer jetzigen Druckschrift in Rücksicht auf die Aesthetik der Typographie eine etwas stärkere Abweichung erhalten; aber der Typus derselben ist doch so erkennbar, dass es wohl der Beachtung werth ist, wie sich eine an zweitausend Jahre alte Schriftform schon auf physiologischer Basis ausgebildet hat.

Studien zur Theorie des Gesanges.

Von

Gustav Engel.

Die Beobachtungen und Schlussfolgerungen, welche ich hier veröffentliche, setzen zu ihrem Verständniss Helmholtz's Vocaltheorie und eine frühere Abhandlung von mir „Die Vocaltheorie von Helmholtz und die Kopfstimme" (Berlin, 1867, Verlag von Wilhelm Hertz) voraus.

Es würde zu weit führen, wenn ich den Inhalt des dort Entwickelten hier nochmals wiederholen wollte. Insbesondere sind folgende Grundsätze festzuhalten:

1. Jeder musikalische Ton ist, in höherem oder geringerem Maasse, von einer Anzahl sogenannter Partialtöne begleitet, die sich zu dem Grundton (als 1) wie 2, 3, 4, 5, 6 u. s. w. verhalten und sich mit ihm zu einer Klangmasse vereinen, indem sie in der Regel nicht als besondere Töne von dem Ohr vernommen werden, sondern nur den Klangcharakter des Grundtons je nach ihrer Stärke und Anzahl modificiren.

2. Auch die Stimmritze erzeugt in der Regel nicht einfache Töne, sondern solche Töne, die gleichsam verhüllte Accorde sind, indem z. B. in dem c der Stimmritze c', g', c'', e'', g'', b'' u. s. w. mit enthalten sind.

3. Der in der Stimmritze gebildete Ton erleidet in der Mundhöhle insofern eine Veränderung, als er hier in einen mit Luft gefüllten Raum gelangt, der je nach seiner Grösse und

Form und je nach der Weite der äusseren Mundöffnung auf eine verschiedene Tonhöhe gestimmt (ähnlich, wie das Rohr einer Flöte oder wie die Orgelpfeifen), mithin vorzugsweise geneigt ist, gerade diesen Ton durch seine Resonanz zu unterstützen.

4. Von den in dem gesungenen Ton enthaltenen Tönen wird somit derjenige vorzugsweise durch die Resonanz der Mundhöhle begünstigt, der mit dem Eigenton der Mundhöhle identisch ist oder ihm am nächsten kommt. Das stärkere Hervortreten dieses einen Tons, sei dies nun der Grundton oder irgend einer der höheren Partialtöne, giebt dem gesungenen Ton den Charakter des Vocalklangs.

5. Auf der eben erklärten Thatsache beruht die bekannte Erscheinung, dass nicht alle Vocale und Vocal-Nüancen auf jedem Ton der Scala gleich gut ansprechen.

6. Da nach Helmholtz's Beobachtungen über die Tonhöhe des Vocals A (dunkles A = b'', helles A = d''') sich zwischen d' und e' und in noch höherem Grade zwischen c'' und d'' oder d'' und e'' eine dunklere Färbung dieses Vocals als nothwendig erweist und da das thatsächliche und empirisch bekannte Eintreten derselben an beiden Stellen in der Gesangtheorie zu dem Ausdruck „gedeckte Stimme“ oder „Kopfstimme“ geführt hat, so glaubte ich das Wesen der Kopfstimme darauf zurückführen zu dürfen.

Zunächst mache ich zu letzterer Bemerkung einen Zusatz. In manchen Fällen — aber nicht immer — tritt an derselben Stelle zugleich mit der Verdunkelung des A ein wirklicher Registerwechsel ein. Das charakteristische Kennzeichen eines Registerwechsels besteht für den Sänger darin, dass er, hinaufsteigend in der Scala, anstatt die Spannung und Kraftanstrengung zu erhöhen, eine Abspannung und ein Nachlassen der Kraft eintreten lässt. In der Regel sind die höchsten Registertöne kräftig und hell, die tiefsten schwach und dunkel. Nun lehrt die neuere Physiologie mit allgemeiner Uebereinstimmung, dass beim Falsetregister nur die Ränder der Stimmbänder sich berühren und dass nur auf diese der Schwingungsmechanismus sich erstreckt, während beim Brustregister die ganzen Stimm-

bänder sich berühren und in Schwingung gerathen. Wie es sich mit den anderen Registern verhält und ob überhaupt mehr als zwei Register physiologisch nachweisbar sind, ist noch nicht ausgemacht. Ich habe vor zehn Jahren eine Hypothese darüber aufgestellt. Ich übersetzte damals Garcia's Abhandlung über seine mit dem Kehlkopfspiegel gemachten Beobachtungen für die „neue Berliner Musikzeitung“ (Jahrg. 1859, Nr. 14, 15, 16 und 18) und knüpfte daran eine Reihe längerer Anmerkungen, in denen ich namentlich auf Merkel's eben damals erschienene, bedeutungsvolle „Anthropophonik“ Bezug nahm. Nun hatte Merkel darauf aufmerksam gemacht, dass man nicht blos, wie Joh. Müller gethan, zwei Zonen der Stimmbänder unterscheiden müsse, sondern drei, eine obere, mittlere und untere. „Stimmritze, sagt er, ist der Raum zwischen den beiden Stimmbändern, so weit dieselben gerade schwingen und durch ihre Schwingungen zum Ton beitragen. Bald liegt demnach die Stimmritze nur zwischen den beiden oberen Zonen der Stimmbänder, bald zwischen der oberen und mittleren zusammen, bald zwischen allen drei Zonen.“ Daraus hätte er, wie man glauben sollte, auf drei Stimmregister schliessen müssen, das that er aber nicht, sondern entwickelte eine complicirte und nicht ganz in sich zusammenhängende Theorie von fünf Registern. Da nun die Annahme von drei Registern mir empirisch, d. h. nach der Gesangs-Erfahrung, immer als die haltbarste erschienen war, so wies ich in meinen Anmerkungen darauf hin, dass dieselbe durch die anatomischen Erörterungen Merkel's eine wissenschaftliche Grundlage gewinne (S. 139 der neuen Berliner Musik-Zeitung). Es scheint mir, dass Merkel inzwischen zu derselben Ansicht gekommen ist; denn in seiner einige Jahre später erschienenen (1866) „Physiologie der menschlichen Sprache“, heisst es S. 22: „Bei dem Strohbassregister sind die Stimmbänder in grösster Breite, mit allen drei Zonen, gegen einander gelegt, beim Brustregister schwingt die obere und die mittlere zusammen; beim Falsetregister geräth nur die obere Zone in Schwingungen.“ Ich könnte meine frühere Hypothese jetzt mit um so grösserer Sicherheit festhalten, wenn ich nicht mit der Zeit dazu gekommen wäre, eine bessere

an die Stelle zu setzen. Ich glaube nämlich jetzt, dass die Beschränkung der Schwingungen auf die obere Zone der Stimmbänder nur den äussersten Grad der Verkleinerung des tönenden Stimmbandkörpers behufs Erzeugung hoher und zarter Töne und die Gegeneinanderlagerung der ganzen Stimmbänder nur den äussersten Grad der Vergrösserung des tönenden Stimmbandkörpers zur Erzeugung tiefer und dicker Töne bezeichnet, und dass zwischen diesen Extremen ein vollkommen ausgebildeter Sänger alle möglichen Mittelstufen in seiner Gewalt hat. Durch die Register würden gewisse feste Grenzpunkte bezeichnet werden, die aber in der künstlerischen Ausbildung zum stetigen Uebergang in einander gebracht werden müssen.

Nun lassen sich aber die Register noch von einem andern Gesichtspunkt, nämlich von dem rein akustischen aus, der durch Helmholtz in den Vordergrund gebracht ist, betrachten, und es entsteht die Frage, ob die Register sich auch, wie die Klangfarben überhaupt, durch grössere oder geringere Zahl und Stärke der mitklingenden Partialtöne von einander unterscheiden. Nach dem unmittelbaren akustischen Eindruck würden wir diese Frage bejahen und die Annahme aufstellen müssen, dass Falsettöne weniger und schwächere Obertöne haben, als Brusttöne, und wieder zarte Brusttöne weniger und schwächere Obertöne, als kräftige Brusttöne.

Wenn wir nun berücksichtigen, dass ein Sopran, der das zweigestrichene c auf A singt, genöthigt ist, um die Luft der Mundhöhle in eine möglichst kräftige Resonanz zu versetzen, auch schon den ersten Oberton, nämlich das dreigestrichene c (den Vocalton eines mittelhellen A), in der Kehle nicht mit allzu geringer Kraft zu erzeugen (denn wenn der ursprüngliche Anstoss, der von der Stimmritze aus erfolgt, sehr schwach ist, so wird auch die Resonanz schwach ausfallen), während er dann, wenn er höher hinaufgeht zum d'' und zwar auf einem A, das sich dem O nähert, eine Uebereinstimmung zwischen dem Eigenton der Mundhöhle und dem Grundton vorfindet, so folgt, dass er für diesen Ton und für alle folgenden, auf denen der Ton der Mundhöhle nicht einem Oberton sondern dem Grundton entspricht, die Obertöne weniger kräftig in der Kehle zu

erzeugen nöthig hat, also sich mit einer weichen, anstrengungslosen Tonerzeugung begnügen kann, weil schon die blosse Resonanz des Mundes eine bedeutende Tonverstärkung hervorbringt, bei der aber aller Wahrscheinlichkeit nach, weil der Vocalton nicht oberhalb des Grundtons liegt, sondern mit diesem identisch ist (wir sprechen zunächst von A und O), der Vocal als solcher weniger deutlich aus der Tonmasse hervortritt, als in tieferer Lage. Beides bestätigt nun die Gesangerfahrung. Sowohl, dass die Vocale in der zweigestrichenen Octave weniger scharf zur Geltung kommen, als in tieferer Lage; wie auch, dass nirgends sonst ein ganz zarter, weicher Tonansatz bei richtiger Mundöffnung eine gleiche Tonfülle hervorzurufen vermag. — Nicht immer indess lassen Soprane das höchste Stimmregister schon auf c'' oder d'' eintreten, sondern gehen mit der Mittelstimme namentlich dann höher hinauf, wenn es ihnen um erregteren Stimmklang und bedeutungsvollere Accentuation zu thun ist. Wo aber auch das höchste Stimmregister eintreten mag, es findet einen Ersatz für die Tonfülle, die ihm ursprünglich mangelt, darin, dass die von ihm angeschlagenen Grundtöne mit dem Ton der Mundhöhle zusammentreffen.

Als eine akustische Eigenthümlichkeit der verschiedenen Register glauben wir somit den grösseren Reichthum an Obertönen für die tiefen und die grössere Armuth an Obertönen für die hohen Stimmregister voraussetzen zu dürfen, während der physiologische Unterschied auf der grösseren oder geringeren Betheiligung der Stimmbänder an dem Schwingungsvorgang zu beruhen scheint.

Ich gehe zu einem andern Punkt über. — Um die Tonhöhe des Vocals U (= f) zu finden, liess sich Helmholtz von folgender Betrachtung leiten: „Wenn man von c die Scala aufwärts auf den Vocal U singt, fühlt man, wie die Erschütterung der Luft im Munde und selbst an den Trommelfellen beider Ohren, wo sie Kitzel erregt, am heftigsten wird, vorausgesetzt, dass man sich bemüht ein natürliches dumpfes U festzuhalten, ohne es in O übergehen zu lassen. Sobald man f überschreitet, ändert sich die Klangfarbe, die starke Erzitterung im Munde und das Kitzeln in den Ohren

hört auf“ (S. 172). Ich will die Richtigkeit dieser Empfindung nicht bestreiten, bemerke aber dazu, dass diese Erschütterung der Luft im Munde möglicher Weise auch dann hätte eintreten können, wenn etwa der erste Oberton, also $\bar{f}$, durch die Resonanz der Mundhöhle besonders verstärkt worden wäre. Nun war es mir von Anfang an auffallend, dass zwischen U (= f) und einem dunkeln O (= b′) über eine Octave liegen sollte, und zwischen O und einem dunkeln A (= b″) nur eine Octave. Denn wir können in der Sprache weit mehr Vocal-Nüancen auf dem Wege von O zu A, als von U zu O hervorbringen. — Für einen praktischen Sänger giebt es nun noch ganz andere Mittel, das Gefühl einer guten Resonanz im Munde, d. h. nach Helmholtz, das Gefühl der erreichten Uebereinstimmung zwischen der gesungenen Tonhöhe und der dazu gewählten Vocal-Nüance zu gewinnen. Er empfindet dies Verhältniss sofort an der leichten Ansprache des Tons, an der Klangfülle, die sich wie von selbst, ohne weiteres Zuthun einstellt. Er braucht dann nur ein wenig die Vocalfärbung (d. h. die Mundöffnung, an der vielerlei Factoren, namentlich auch Zunge und Gaumensegel thätig sind) zu ändern, und der Zauber verschwindet; der Klang wird stumpf, matt, und er muss zu einem gewaltsameren Druck in der Kehle seine Zuflucht nehmen, um grössere Tonstärke zu gewinnen. Nach diesem Gefühl den Vocal U prüfend, fand ich bei dem schwächsten Falsetanhauch die grösste Tonverstärkung auf e′ oder f′, also eine Octave höher, als Helmholtz angegeben hat.

Eine ganz andere Reihe von Beobachtungen bestätigte dann dies Ergebniss und führte zugleich zu Resultaten, die mir die Nothwendigkeit einer Weiterbildung der Vocaltheorie höchst wahrscheinlich erscheinen liessen.

Während Helmholtz die Vocaltöne theils durch Stimmgabeln, Resonatoren und andere exacte physikalische Methoden feststellte, haben frühere und spätere Beobachter die sogenannte Flüstersprache, d. h. die gehauchten Vocale zur Grundlage gemacht. Dabei sind nun sehr verschiedene Resultate herausgekommen.

Man betrachte folgende Tabelle mit ihren ausserordentlichen Varietäten:

Beobachter.	U	O	A	Ö	Ü	Ä	E	I
Merkel . .	d-dis	f-fis-g	a-h-c'	g g' d'' fis'-g'+ d''-dis''	a'' d''' a'+c''- d''-e''	d' g' d'' (gis-a') + d''	f' + d'' + f''	g'' a'' h''
Reyher . .	c	dis	a c'	—	—	dis	f'	c''
Hellwag . .	c	cis	fis	gis	b	a	h	c'
Flörcke . .	c	g	c'	e'	g'	g'	ä'	c''
Donders . .	e f	e	h	g	a'	—	c'	f''
Helmholtz .	f	b'	b''-d'''	1) cis''' 2) f'	1) g''' 2) f	1) g'''-as''' 2) d''	1) b''' 2) f'	1) d'''' 2) f

(Bei Helmholtz bedeutet auf den Vocalen Ö, Ü, Ä, E und I 1) den Ton des Mundcanals, 2) den Ton des Rachenraums).

Es würde hiernach gewagt scheinen, das leise, unbestimmte Geräusch, welches sich beim Flüstern oder Hauchen mit den verschiedenen Vocalen verbindet, nach seiner Tonhöhe zu bestimmen — insofern namentlich über die Octave, der wir einen Ton einzuverleiben haben, Zweifel entstehen kann, — wenn nicht einerseits die Helmholtz'schen Resonatoren, andererseits die aus den Hauchtönen sich bildenden Pfeiftöne uns zu Hülfe kämen. Wenn wir nämlich auf gewissen Vocalen, namentlich auf U, Ü, und demnächst auf I hauchen, so bleibt es schwer beim blossen Hauch, der Hauch verwandelt sich in einen Pfeifton mit genau erkennbarer Tonhöhe. Wir haben somit anzunehmen, dass Hauchen und Pfeifen nach demselben Mechanismus erfolgt, mit dem einzigen Unterschiede, dass durch die grössere Verengung, die innerhalb der Mundhöhle auf U, Ue und I im Vergleich mit den anderen Vocalen gebildet wird, der Druck der ausgehauchten auf die im Mundraum vorgefundene Luft energischer ist und eben dadurch statt des weichlichen Hauchtons einen energischen Pfeifton entstehen lässt. Uebrigens bemerke ich, dass mir zuweilen auch auf einem gehauchten A — also demjenigen Vocal, der der Pfeiftonbildung am fernsten steht — unwillkürlich ein Pfeifton entstand, den ich darum

aber nicht künstlich und mit Willen wiederherzustellen vermag, weil mir die Bedingungen seiner Erzeugung unbekannt geblieben sind. Nun erfolgt das Pfeifen nach demselben Mechanismus wie die Bildung des Tons auf der Flöte; indem der in der Flöte oder in der Mundhöhle befindliche Luftraum angeblasen wird, erzeugt er seinen eigenen Ton. Wenn wir also auf U pfeifen, so hören wir den Ton des Mundes, der aus der Stellung des Mundhöhlenraumes für den Vocal U hervorgeht, ebenso auf Ue, I u. s. w. Das Pfeifen erweist sich somit als ein sehr nahe liegendes Mittel, um die Töne derjenigen Vocale zu finden, welche den Pfeifton begünstigen. Hier finde ich nun zunächst, dass U in der That da liegt, wo ich es durch Singen gefunden, in der Gegend von e′ oder f′. Durch eine ausserordentlich dunkle Fassung des Vocals U kann ich noch ein Paar Töne tiefer kommen, wobei denn aber der Pfeifton wieder mehr in einen Hauchton übergeht, also etwa bis zum c′, so dass das eingestrichene c als der tiefste unter allen möglichen Vocaltönen oder als die tiefste Grenze der Eigentöne des Mundraums zu bezeichnen ist. Je höher wir pfeifen, um so mehr geht das U, wenn wir es nicht künstlich zurückhalten, in Ue über, und als ein mittleres Ue, d. h. als ein solches, das zwischen einem absichtlich dunkeln und einem absichtlich hellen Ue in der natürlichen Mitte steht, kann etwa a″ (mit Merkel übereinstimmend) angegeben werden. In Bezug auf diese Vocale ist ein Irrthum in der Octave nicht möglich, da sich das Pfeifen mit vollkommener musikalischer Bestimmtheit bewerkstelligen lässt.

Schwieriger ist es, die genaue Tonhöhe der blos gehauchten Vocale zu bestimmen. Zunächst ist festzuhalten, dass ein musikalisch geübtes Ohr dabei geringere Schwierigkeiten zu überwinden hat, als ein musikalisch ungeübtes. Mir wird es nicht allzu schwer, einen gehauchten Vocal, wenn ich ihn mehrmals hinter einander mit absolut unveränderter Vocalfärbung d. h. mit feststehender Tonhöhe bilde und aufmerksam beobachte, zunächst richtig nachzusingen, wobei ich dann freilich nur die Tonstufe, noch nicht die Octave, der dieselbe angehört, gewinne. Ferner ist es leicht, tiefer und höher zu hauchen —

wobei, wie man sofort sehen wird, sich der Vocal oder die Vocalfärbung verändert — schwieriger schon, aber nicht ganz unmöglich, den Wechsel von Tiefe und Höhe schärfer abzumessen, d. h. wenn auch nicht gerade eine auf- und absteigende Tonleiter, so doch einen auf- und absteigenden Accord oder wenigstens einen Octavensprung zu hauchen. Bringt man nun die Hauchtöne mit den Pfeiftönen in Verbindung, d. h. pfeift man z. B. auf U ein g' oder a' (also auf einem hellen U) und sucht dann, aber auf demselben U bleibend, den Pfeifton möglichst zurückzuhalten, so dass er sich in einen Hauchton verwandelt, so gewinnt man ein Maass, nach dem man auch die übrigen Hauchtöne sicher bestimmen kann. Ich finde auf diese Weise z. B., dass die Vocaltöne eines dunkeln oder hellen A genau da liegen, wo Helmholtz sie angegeben hat, ja auch für ein gehauchtes, übrigens fast in einen Pfeifton übergehendes, ganz spitzes I glaube ich d'''', das er als den Eigenton des I angiebt, deutlich heraus zu hören. Wenn man auch jetzt noch einen Irrthum für möglich halten sollte, so stehen die Resonatoren zu Gebot. Da ergiebt sich denn z. B., dass wenn man den Resonator des Tones b'' in das Ohr hält und ein dunkles A haucht, der Ton des Resonators eben so vernehmlich anspricht, (wenn auch nicht ganz so laut), als wenn man dies A auf b' oder es' oder b, kurz auf einem der Untertöne des b'' gesungen hätte. Man kann sich also auch auf diese Weise den Beweis verschaffen, dass man sich bei dem Versuch, die gehauchten Vocale musikalisch zu bestimmen, keiner Täuschung überlässt, und es wird sich also die Beobachtung der gehauchten und gepfiffenen Vocale als eine ebenfalls für die Bestimmung der Vocaltöne brauchbare in die Wissenschaft einführen lassen.

Damit wäre indess nichts Neues gewonnen, wenn nicht eben diese Methode zu Resultaten führte, die mit den Helmholtz'schen nicht genau übereinstimmen. Nach Helmholtz geht U in O, O in A, A in Ae, E und I über, in der Weise, dass ein dunkles O höher liegt, als ein helles U, ein dunkles A höher, als ein helles O u. s. w., und dass eine jede Vocalnüance genau mit einer bestimmten Tonstufe identisch zu setzen

ist. Ich meinerseits finde durch Hauchen und Pfeifen, dass die Vocale sich in einander schieben, so dass ein helles U höher liegt, als ein dunkles O, ein helles E höher als ein dunkles I u. s. w. Demzufolge lassen sich auch auf einem und demselben Ton verschiedene Vocale hauchen, z. B. auf a′ U und O, oder auf c‴ A, Ue, I und E, und die Tonhöhe ist somit nicht, wie Helmholtz glaubt, einer bestimmten Vocal-Nüance unbedingt identisch zu setzen. Ueber die Richtigkeit der Beobachtungen hege ich keinen Zweifel, weil sie zu ungezwungen sich einstellten. Dagegen weiss ich nicht, ob mein Versuch, diese Erscheinung zu erklären, richtig ist.

Man fühlt sich nämlich zunächst, so bald man das sich Ineinanderschieben der Vocale in Bezug auf die Tonhöhe bemerkt hat, wieder zu der empirischen Vorstellung, dass sich im Vocal nur die durch die Form des Mundes bedingte Form der Tonwelle kundgebe, zurückgedrängt. Nun ist es aber mathematisch unwiderleglich, dass jede Tonwellenform sich als ein Product eines Grundtons und einer Reihe mitklingender Obertöne darstellen lässt. Wenn wir also durch die Form der Tonwelle die Vocale von einander unterscheiden, so ist dieser Unterschied wissenschaftlich wieder als ein verschiedenartiges Mitklingen höherer Töne zu einem gegebenen Grundton darzustellen. Wenn nun nach Helmholtz die Mundhöhle durch ihre eigene Resonanz nur einen der im Grundton enthaltenen Töne verstärken sollte, so scheint es mir nach meinen jetzigen Beobachtungen, dass auch die Resonanz der Mundhöhle selbst — oder der Vocalton — als ein System von Tönen aufzufassen ist, innerhalb dessen aber ein einzelner Ton dominirt. Wenn also z. B. a′ sowohl auf U als auf O pfeifend oder hauchend hervorgebracht werden kann, so ist anzunehmen, dass dabei a′ nur der dominirende Ton ist und dass, wenn U dabei erscheint, eine geringere Zahl höherer Töne mitklingt, als wenn O erscheint, u. s. f. Es wird der Beobachtung gegenüber, dass die Vocale sich in einander schieben, diese Annahme nothwendig, um gleichzeitig das Princip der Helmholtz'schen Vocalerklärung aufrecht zu erhalten.

Vielleicht erwidern mir die Physiker darauf, dass jenes

Geräusch, das beim Hauchen des Vocals entsteht, sehr wohl als ein Conglomerat von Tönen verschiedener Höhe und Tiefe aufzufassen sein dürfte, dass aber bei den gesungenen (oder gesprochenen) Vocalen doch immer nur derjenige Ton, den ich den dominirenden nenne, von wesentlichem Einfluss ist. Damit würde mein Entwurf aber nicht in sich zerfallen. Denn da beim Hauchen und Flüstern der dominirende Ton eines dunkeln O tiefer ist, als der eines hellen U, so würde bei einem gesungenen dunkeln O der Eigenton des Mundes tiefer sein, als bei einem gesungenen hellen U, was eben nicht mit Helmholtz's Vocaltheorie übereinstimmt, und es würde vielmehr also seine Vocalerklärung in sich zerfallen, wenn ihr nicht durch meine Hypothese von den höheren Tönen, die sich dem dominirenden beigesellen, ein neuer Halt gegeben würde.

Ich muss nun noch auseinandersetzen, eine wie grosse praktische Bedeutung die Einwürfe haben, die ich eben dargestellt habe. Für die Praxis des Gesanges besteht der Nutzen der Helmholtz'schen Vocaltheorie darin, dass sie uns die Gesetze kennen lehrt, nach denen die Vocale, die Grundlagen der Sprache, sich mit Tönen von bestimmter musikalischer Höhe und Tiefe verbinden. Wie in der Vocalcomposition die Declamation nicht unmittelbar zur Melodie sich gestaltet, sondern oft genug mit ihr in Conflict geräth, weil die Welt der Töne einem andern Gesetze zu folgen hat, als dem der Sprache, so gehen auch im Gesang die Vocale nicht immer unmittelbar in die Töne der musikalischen Scala über, sondern es tritt ein Conflict ein. Diese Erscheinung ist allen Sängern wohlbekannt; Helmholtz aber ist der Erste, der die wahre Ursache davon aufgedeckt und die Gesetze angegeben hat, nach denen sich dies Verhältniss regelt. Viele der von ihm gemachten Beobachtungen werden in überraschender Weise durch die Gesangserfahrung bestätigt, aber nicht alle, z. B. dass auf den hohen Soprantönen der Vocal I am besten anspreche. Ganz im Gegentheil sind Sopransängerinnen in hoher Lage genöthigt, das I so zu nehmen, dass es sich so weit als möglich von der Fassung eines spitzen, scharf ausgeprägten I

entfernt und nur eben noch als I erkennbar ist, wenn sie nicht einen höchst misslautenden Ton hervorbringen wollen. Was nun z. B. eben dies I betrifft, so höre ich ganz deutlich, dass ein spitzes, scharf ausgeprägtes I auf d'''' (wie Helmholtz will) liegt, ein dunkles, das aber darum noch nicht Ue ist, sehr viel tiefer, etwa auf a'', so dass wir auf I, je nachdem wir es heller oder dunkler nehmen, einen Spielraum von fast anderthalb Octaven haben, während wir nach Helmholtz nur ein Paar Töne der Scala zur Auswahl für die Schattirungen des I haben würden. Die Mundhöhle ist also, je nachdem wir das I dunkel oder hell nehmen, auf die Töne von a'' bis d'''' gestimmt. In der hohen Tonlage eines spitz genommenen I liegt wohl überhaupt der Grund, warum wir dasselbe im Gesang nicht lieben, indem eben dann die ganz hohen Töne, die spitz, dünn und unschön sind, zu sehr hervortreten; es liegt aber auch der specielle Grund darin, dass wir ein spitzes I noch weniger auf hohen, als auf tiefen Tönen ertragen. Denn bei einem tiefen Ton wird der spitze, d. h. hohe Vocalcharakter durch den Gegensatz des tiefen Grundtons gemildert, während, wenn der Grundton selbst hoch ist, dieser Gegensatz fehlt, also auch das Spitze des Vocals noch mehr gemildert werden muss. Es ist eines der Grundgesetze aller Tonbildung — die Instrumentenbauer geben den schlagendsten Beweis davon — dass man die tiefen Töne möglichst klar und bestimmt, denn von Natur neigen sie zur Unbestimmtheit und Verschwommenheit hin, und die hohen Töne möglichst voll und rund, denn von Natur sind sie stechend und körperlos, zu bilden sucht. Deshalb vermeiden wir im Singen gerade auf hohen Tönen am meisten ein spitzes I. In ähnlicher Weise nun, wie für das I, gewinnen wir durch unsere Vocalerklärung für alle Vocale einen weitern Spielraum, also zunächst eine bessere Erklärung der Thatsache, dass die Auswahl der Vocale beim Singen doch nicht so gar beschränkt ist, wie es aus einer stricten Anwendung der Helmholtz'schen Vocaltheorie folgen würde.

Wie gross aber diese Auswahl wirklich ist, kann erst derjenige ganz erkennen, der sich dabei nicht allein auf die

Beobachtung des correcten, schulgerechten Gesanges beschränkt, sondern der den ausdrucksvollen lebendigen Gesang in das Auge fasst. Aller lebendige Ausdruck im Singen wird nämlich — wenn wir von den rhythmischen Freiheiten hier absehen — theils durch entschiedenen Wechsel in den Stärkegraden theils durch die Mannigfaltigkeit der Timbre's hervorgebracht. Auf letztere haben wir hier unsere Aufmerksamkeit zu richten, denn es ist nicht möglich, mit dunklem Timbre zu singen, ohne die Vocale selbst dunkler zu nehmen. Wenn wir im Allgemeinen die Vocale O und U dem dunkeln, E und I dem hellen Timbre zusprechen können, während A dem mittelhellen Timbre entspricht, so lassen sich doch alle Vocale dunkel, hell und mittelhell färben, und nur dadurch, dass wir z. B. O und U auch hell, E und I auch dunkel zu nehmen im Stande sind, wird ein wahrhaft ausdrucksvoller Gesang möglich. Gerade auf diesen äussersten Spitzen tritt es nun ein, dass die Vocalgrenzen sich verschieben, dass ein helles U z. B. höher liegt (d. h. einen höhern dominirenden Eigenton hat), als ein dunkles O, u. s. f. Und diese extremen Vocalbildungen sind dem Sänger viel geläufiger, als z. B. dem Sprach-Physiologen, der von seinem Standpunkt aus gar nicht dazu geführt wird, sie kennen zu lernen und anzuwenden. Dagegen der Sänger, der in einem Fall ein ganzes Gesangstück — ohne alle Rücksicht auf die Vocale, die darin vorkommen — gleichsam in Nacht und Dunkel hüllen, in einem andern Fall wieder die blendendsten Lichter seiner Stimme entlocken muss, wenn er die richtige Wirkung auf das Gemüth des Hörers hervorbringen und das Innere einer Situation, einer Empfindung hörbar machen will, kennt alle diese Nüancen; und von den verschiedenen, den entlegensten Färbungen des I, U u. s. w. darf keine einzige seiner Stimme fremd sein, denn jede kann an ihrer Stelle gerade die rechte Wirkung machen. Man untersuche z. B. einmal das dunkle I, das man zu wählen hat in Schubert's Liede „ihr Blumen alle, die sie mir gab" und das scharfe, spitze I, das man in der grossen Leonoren-Arie in Beethoven's Fidelio auf dem Worte „Tigersinn" nehmen kann, man untersuche einmal diese beiden I, indem man sie erst mit dem

vollen Ausdrucke der Situation singt, dann unter strenger Festhaltung des Vocalcharakters haucht, dann wird man sich überzeugen, einen wie grossen Spielraum das I hinsichts der Tonhöhe hat und dass dieser Spielraum weit über die von Helmholtz gezogenen Grenzen hinausgeht.

Die Erwähnung der Timbre's führt mich auf noch einen Punkt, über den mir eine Verständigung der herkömmlichen Gesangstheorie mit den Lehren der Physik wünschenswerth erscheint. Sobald wir nämlich den Unterschied des dunkeln und hellen Timbre's singend oder hauchend hervorbringen wollen, haben wir das Gefühl, dass wir in dem ersten Fall den aus der Kehle in den Mund strömenden Athem mehr nach oben gegen den Gaumen hin, im letzteren Fall schärfer und breiter nach den Zähnen zu lenken. Dies individualisirt sich in der oben angedeuteten Weise dahin, dass 1) bei natürlicher, normaler Bildung aller Vocale I den Zähnen am nächsten liegt, während U am meisten nach innen und oben auszuströmen scheint, und dass 2) alle Vocale bei dunklem Timbre mehr nach oben hin, bei hellem mehr nach den Zähnen zu sich richten. Eine der ältesten und anerkanntesten Gesangstraditionen lautet, dass der Tonanschlag unmittelbar über den Oberzähnen sein solle, und es ist damit die natürliche Anschlagstelle des A bezeichnet, also derjenige Anschlag, der den vollkommensten, allen Forderungen des Schönheitssinnes am meisten genügenden Ton giebt. Dass man von dieser Anschlagstelle, so sehr man sie auch als Grundlage des guten Gesanges festzuhalten hat, (wie den Dreiklang als Grundlage des Harmoniesystems), der Vocale und der Timbre's, d. h. des ausdrucksvollen Gesanges wegen, hie und da abzuweichen hat, wollen wir nebenbei bemerken. Hier interessirt uns ein ganz anderer Punkt.

Die Gesanglehrer und Sänger gehen nämlich in ihrer Anschlagtheorie von der theils stillschweigend angenommenen theils auch ausdrücklich ausgesprochenen Voraussetzung aus, dass ein tönender Luftstrom sich durch die klanglose Luft der Mundhöhle hindurch bewegen solle, und sie legen grossen Werth darauf, dass dieser tönende Luftstrom straff zusammengehalten werde und nicht nach den verschiedenen Dimensionen

des Mundraums zerflattere. In dieser Ansicht liegt ein physiologischer Irrthum. Denn bekanntlich breitet sich erstens jeder Ton in der Luft nach allen Richtungen hin aus; es geschieht mit Naturnothwendigkeit, dass, sobald in den Stimmbändern ein Ton erklungen ist, dieser Ton sich in den ganzen von der Mundhöhle umschlossenen Luftraum ausbreitet. Zweitens haben wir durch Helmholtz den grossen Einfluss kennen gelernt, den die Mundhöhle, als Ganzes betrachtet, auf die Resonanz des in der Kehle gebildeten Tons hat.

Dennoch lässt sich die alte Anschlagtheorie nicht beseitigen. Für die Empfindung des Sängers hat sie eine ungemeine Bedeutung (noch besser bringt man sich beim Hauchen, als beim Singen und Sprechen die möglichen Verschiedenheiten des Anschlags und ihren Einfluss auf den Klang der Stimme zur Klarheit), und, zeitgemäss verändert, dürfte sie sich auch wohl physiologisch rechtfertigen lassen. Beim Singen handelt es sich nicht allein um eine Fortpflanzung des Tons durch ruhige Luft, sondern um eine durch bewegte Luft, indem unaufhaltsam Lufttheilchen aus der Lunge in die Kehle und in den Mundraum gelangen, die dort vorhandenen Lufttheilchen vor sich her treibend und sich an ihre Stelle setzend. Die Luft im Mundraum ist also in fortdauernder Bewegung; es geht ein Windstrom durch den Mund, und dieser Windstrom kann offenbar verschiedene Richtungen haben, er kann direct nach den Zähnen gehen oder mehr an den Gaumen hin, u. s. f. Nun wissen wir, dass sich ein Ton in der Richtung des Windes stärker ausbreitet, als nach den andern Richtungen hin. Es ist also anzunehmen, dass die Fortpflanzung des Tones im Munde in der Richtung des ausströmenden Athems am stärksten sein wird und dass somit die Anschlagtheorie ihre physikalische Begründung gewinnt, wenn sie dergestalt modificirt wird, dass der tönende Luftstrom nicht als der alleinige, sondern als der hauptsächlichste Träger des Gesangtones gilt.

Auch was die alten Gesanglehrer von dem straffen Zusammenfassen dieses Luftstromes als Grundbedingung eines tragenden Tons sagen, entbehrt nicht ganz der Begründung. Nur ist diese Lehre vielleicht durch die moderne von der energischen

Berührung der Stimmbänder zu ersetzen; denn je kräftiger die aus der Lunge strömende Luft innerhalb der Stimmritze comprimirt wird, um so energischer wird auch der Luftstrom zusammengefasst sein, der aus der Stimmritze in die Mundhöhle dringt.

Die Ursache nun, warum die Verschiedenheiten des Anschlags von Bedeutung sind, ist vielleicht in Folgendem zu suchen. In der Richtung des aus der Kehle dringenden Luftstroms ist die Fortpflanzung des Tons am stärksten; was diesem Luftstrom in Bezug auf Tonverstärkung oder Tondämpfung begegnen kann, ist mithin besonders in das Auge zu fassen. Dringt dieser Luftstrom scharf an die der Lippenbedeckung entbehrenden Zähne, wie bei E und I (bei welchen Vocalen wohl auch die Verengung der Stimmritze, also die Concentrirung des Luftstromes am grössten ist), so ist die Klangwirkung ähnlich, wie an nackten, steinernen Wänden; der Klang wird hell und scharf. Ziehen wir (bei O und U) die Lippen über die Zähne, so wirken diese mit ihrer dicken fleischigen Masse wie ein Teppich, wie eine Tapete auf den Ton; ohnehin ist bei O und U der Tonanschlag mehr nach oben, also an weichere Theile gerichtet, die Stimmritze aber am weitesten geöffnet. Deshalb ist bei diesem Tonanschlag und diesen Vocalen der Klang am gedämpftesten. A hat in allen diesen Beziehungen ein mittleres Maass, die Tonresonanz (durch Lippen, Zähne oder Gaumen hervorgebracht) ist weder zu gedämpft noch zu hell, die Stimmritze weder zu weit noch zu eng, und deshalb haben die alten Gesanglehrer den Tonanschlag eines mittelhellen A mit Recht als den normalen bezeichnet.

Noch füge ich Eines hinzu. Wir wissen, dass die leiseste Veränderung in der Gestalt des geöffneten Mundes die Vocalschattirung verändert; und ebenso glaube ich behaupten zu dürfen, dass die leiseste Veränderung der Mundöffnung auch den Tonanschlag verändert. Wir können nicht bei einer und derselben Mundöffnung (vorausgesetzt, dass man auch die Haltung der Zunge, die Neigung des weichens Gaumens ganz unverändert lässt) den ausströmenden Athem willkürlich nach verschiedenen Richtungen hin lenken, sondern die Richtung des Athems

(die Windrichtung, so zu sagen) ist eine nothwendige Consequenz der einmal gewählten Mundöffnung, der einmal gewählten Vocalschattirung. Mundöffnung, Vocal-Nüance, Tonanschlag sind also drei verschiedene Gesichtspunkte, unter denen sich eine und dieselbe Sache betrachten lässt. Ich kann bei einem Schüler eine bestimmte Vocal-Nüance, die er nicht zu finden vermag, dadurch hervorrufen, dass ich ihm die diese Vocal-Nüance hervorbringende Mundöffnung beibringe oder ihn anleite, den dieser Mundöffnung entsprechenden Tonanschlag zu suchen. Es ist für den Unterricht ein günstiger Umstand, dass man eines und dasselbe auf verschiedene Weise erreichen kann. Denn der eine Schüler versteht sich besser auf Vocal-Nüancen, während der andere sich leichter den Mund mechanisch zurecht stellen lässt und ein dritter vielleicht durch die Beobachtung des Hauchens und des gehauchten Tonanschlags am ehesten auf das Richtige kommt. Für die Praxis des Gesangunterrichts würde eine theoretische Feststellung dieser Punkte nicht unwichtig sein. Denn freilich das Kunstgenie, das Alles durch angeborenen Tonsinn schafft, bedarf der Wissenschaft nicht; der Gesangunterricht aber, der es in der Regel nicht mit Genies zu thun hat, kann ihrer nicht entbehren.

Der Processus marginalis des menschlichen Jochbeins.

Von

Dr. H. v. Luschka,
Prof. in Tübingen.

(Hierzu Tafel VIII. B.)

Das besondere Interesse, welches das Jochbein ob seines grossen Einflusses auf die Gesichtsform für die Ethnographie darbietet, mag es rechtfertigen, wenn wir die Aufmerksamkeit auf eine wenn nicht regelmässig, doch sehr häufig vorkommende aber bisher nur wenig beachtete Eigenthümlichkeit desselben hinlenken. Obwohl schon Joh. Fr. Meckel[1]) das Verständniss des Wangenbeins wesentlich mit der Unterscheidung von zwei unter rechtem Winkel zusammenstossenden, die Orbital- und Wangenplatte bildenden Stücken gefördert hat, pflegen doch noch die meisten Autoren an diesem Knochen einen in seiner Beschaffenheit kaum begründeten Gegensatz von Körper und Fortsätzen anzunehmen. Nach der vierfachen Beziehung des Jochbeins zu eben so vielen Knochen des Kopfes werden die Fortsätze als Processus maxillaris, sphenoidalis, frontalis und temporalis unterschieden. Während diese Fortsätze als mehr oder weniger in die Länge gezogene Ecken des sog. Jochbein-

1) Handbuch der menschlichen Anatomie. Halle 1816. Bd. II. S. 135.

körpers erscheinen, kommt am hinteren Rande der Wangenplatte nicht selten ein fortsatzartiger Ausläufer vor, welchen ich[1]) darnach als „Processus marginalis“ aufgeführt habe.

In der Regel ist die freie Abtheilung des hinteren der Schläfengrube zugekehrten Jochbeinrandes in der Art S-förmig gekrümmt, dass er in ein oberes längeres convexes, und ein unteres viel kürzeres concaves Segment zerfällt. Das obere convexe Segment des Temporalrandes ist der Sitz des Processus marginalis, welcher sich meist an der Grenze des oberen und mittleren Drittels erhebt, häufig aber auch die Mitte jenes Randes einnimmt. Die Gestalt des Fortsatzes ist variabel, indem er bald als stumpfe Ecke, bald als mehr oder weniger spitze Zacke, meist jedoch als kammartiger, in der Richtung der Pars malaris abgeplatteter, höchstens 7 Mm. langer Vorsprung erscheint, welcher nach hinten und oben ansteigt.

Ungeachtet der Processus marginalis des Jochbeins in den verschiedenen Graden seiner Ausbildung häufig vorkommt, ist ihm bisher doch nur wenig Aufmerksamkeit zu Theil geworden. Die erste unzweideutige Notiz über ihn hat G. J. Schultz[2]) in der Literatur, jedoch in einer Weise niedergelegt, die nach Form und Inhalt viel zu wünschen übrig lässt. Sie lautet wörtlich so: „Ausser einer stärkeren seitlichen Entwicklung des Jochbeines bei vielen Völkern, wie auch bei dem mongolischen Elemente der slavischen Rasse, fand ich auch noch einen starken Fortsatz an seinem Temporalrande nach oben und hinten gewandt; dieser fehlt bei vielen Schädeln südlicher Nationen. Man findet ihn stärker an der rechten Seite und das mag mit der Gewohnheit zusammenhängen mit der rechten Seite vorzugsweise zu kauen.“ Unerklärlich ist es mir, wie Hyrtl[3]) durch diese Angaben zu der Behauptung bestimmt werden konnte: bei allen Mongolen und Slaven komme am Temporal-

1) Die Anatomie des menschlichen Kopfes. Tübingen 1867. S. 271.

2) Bemerkungen über den Bau der normalen Menschenschädel. St. Petersburg 1852. S. 56.

3) Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 6. Aufl. Wien 1859. S. 247.

rande des Jochbeins ein nicht unbedeutender rauher, nach hinten gerichteter Fortsatz vor. Unabhängig von literarischen Hinweisungen scheint H. v. Hölder[1]) in neuerer Zeit auf das Vorkommen eines Processus marginalis aufmerksam geworden zu sein, indem er ohne Anknüpfung an seine Vorgänger berichtet: bei dem ligurischen Typus der württembergischen Schädel mit Index 64—70 am Temporalrande des Jochbeins meist einen treppenförmigen, abgerundeten Vorsprung, dagegen beim germanischen Typus mit Index 70—78 nur eine flache Krümmung an jenem Rande wahrgenommen zu haben.

Aus diesen wenigen über den Processus marginalis vorliegenden Mittheilungen möchte man wohl zur Annahme geneigt sein, dass sein Auftreten an bestimmte Schädeltypen geknüpft sei. Durch die Untersuchungen, welche M. Werfer[2]) auf meine Veranlassung hin angestellt hat, konnte diese Annahme jedoch keine Bestätigung erfahren. An **130** den verschiedensten Völkern entnommenen Köpfen kam ein Processus marginalis 67 Mal mit nachstehendem Verhältnisse desselben zum Schädelindex vor.

Schädel-Index.	Processus marginalis des Jochbeins.
65—70	6
71—74	13
75—80	22
81—92,4	26.

In der Voraussetzung, dass man Alles bis zum Index 80 zu den Dolichocephalen rechnen will, hat der Fortsatz bei den 82 Dolichocephalen jener 130 Schädel fast eben so oft gefehlt als er vorhanden gewesen ist. Unter den 48 Brachycephalen war er bei 26 vorhanden, während er bei den übrigen gänzlich vermisst worden ist. Daraus geht wohl zur Genüge hervor, dass der Schädelindex auf das Vorkommen des Processus marginalis keinen wesentlichen Einfluss haben kann. Dies beweist schon die von mir wiederholt constatirte Thatsache, dass ein

1) Beiträge zur Ethnographie von Württemberg. Stuttgart 1867. S. 5.

2) Das Wangenbein des Menschen. Inaugural-Dissertation. Tübingen 1869.

stark entwickelter Processus marginalis in Verbindung mit den extremsten Lang- und Kurzköpfen angetroffen wird. Nicht minder irrthümlich ist die Behauptung, dass einzelne Völkerstämme vorzugsweise mit einem Processus marginalis ausgestattet seien. Insbesondere wurde derselbe bei vielen von uns untersuchten mongolischen und slavischen Schädeln vermisst, jedenfalls nicht häufiger als bei anderen Völkerschaften gefunden, so dass wir sein Vorkommen durchaus nur für eine individuelle Eigenthümlichkeit des Wangenbeines erklären müssen.

Der Processus marginalis kommt nicht selten auf beiden Seiten vor, wobei er entweder rechts und links gleichförmig entwickelt oder auf einer Seite und zwar rechts häufiger als links stärker ausgebildet ist. Bei einseitigem Auftreten wird er häufiger rechts als links vorgefunden. Unter den genannten 41 Dolichocephalen war derselbe 27 Mal beiderseits, 11 Mal blos rechts, 3 Mal nur links vorhanden; unter den 26 Brachycephalen ist er 9 Mal auf beiden Seiten, 9 Mal nur rechts, 4 Mal blos links gefunden worden. Bei den Schädeln mit gut entwickeltem Processus marginalis ist gewöhnlich der aufsteigende Ast des Jochbeins von unten an viel breiter als in den Fällen seiner Abwesenheit, weshalb die Annahme wohl begründet erscheint, dass beide Eigenschaften des Jochbeins von einander abhängig sind oder wenigstens in einiger Beziehung stehen.

Ueber die Entstehung und Bedeutung des Processus marginalis vermag ich keine zureichenden Aufschlüsse zu geben, jedoch so viel mit Bestimmtheit zu sagen, dass er nicht das Resultat irgend welchen Muskelzuges sein kann, da mit ihm keinerlei Fleischfasern in Verbindung stehen. Dagegen findet an ihm die Anheftung eines stärker ausgeprägten Faserzuges der Fascia temporalis statt, so dass jedenfalls die Möglichkeit eingeräumt werden muss, dass er das Ergebniss einer theilweisen Verknöcherung desselben sein könnte. Der vergleichenden Anatomie mag es überlassen bleiben darüber zu entscheiden, ob sich der Processus marginalis des menschlichen Wangenbeins nicht vielleicht als Wiederholung des stationären Typus am Os zygomaticum irgend eines Wirbelthieres deuten lasse.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I.

Wangenbein der linken Seite in seiner gewöhnlichen Form. 1. Processus frontalis. 2. Processus temporalis. 3. Processus maxillaris. * Temporalrand in der gewöhnlichen Art seiner Krümmung.

Fig. II.

Wangenbein der linken Seite, dessen Form dadurch von der Regel abweicht, dass sein Temporalrand * keine Krümmung darbietet, sondern in seiner ganzen Länge gestreckt ist.

Fig. III.

Linkes Wangenbein eines weiblichen Schädels, von dessen Temporalrand ein starker Processus marginalis * ausgeht.

Fig. IV.

Linkes Wangenbein eines männlichen Schädels, mit gut entwickeltem Processus marginalis *.

Ueber ein dem Os intermedium s. centrale gewisser Säugethiere analoges neuntes Handwurzelknöchelchen beim Menschen.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

(Hierzu Taf. IX.)

In dem Aufsatze „Ueber die secundären Handwurzelknochen des Menschen“ hatte ich das Scelet der rechten Handwurzel eines Weibes mit 9 Knochen beschrieben und abgebildet.[1]) Die Ueberzahl der Knochen der Handwurzel in diesem Falle war nicht durch das Hinzukommen eines neuen Knochens zu den 8 Knochen der Norm, sondern durch das Zerfallen eines Knochens der ersten Reihe der Handwurzel, und zwar des Naviculare in zwei Knochen: „in das Naviculare laterale s. radiale und in das N. mediale s. ulnare“ eingetreten. Das Zerfallen des Naviculare in zwei war entweder Folge von Bildungshemmung oder Folge eines primitiven Bildungsfehlers. Die eine Annahme: „Die Verknöcherung des knorplig praeformirten einfachen Naviculare sei von zwei Knochenkernen ausgegangen, diese zwei Knochenkerne haben sich zu zwei besonderen, den Hälften des Naviculare der Norm entsprechenden Knochenstücken ausgebildet, welche knöchern nicht verschmolzen, sondern

1) Dieses Archiv 1866. S. 565. Taf. XVI. (1—8. Fig.).

zuerst eine längere Zeit durch Synchondrose verbunden geblieben waren, später aber durch Bildung eines abnormen Gelenkes in letzterer mit einander beweglich sich vereinigt hatten," spricht für das Zerfallen durch Bildungshemmung. Die andere Annahme: „Das Naviculare sei durch zwei isolirte Knorpel praeformirt gewesen, welche durch Verknöcherung zwei, die Hälften des Naviculare der Norm substituirende Knochen darstellen," spricht für das Zerfallen durch primitiven Bildungsfehler. Die erste Annahme bedingt zwei secundäre, die zweite Annahme zwei primäre Navicularia. Obgleich die zweite Annahme als „unmöglich" nicht zurückgewiesen werden kann, so hat doch die erste Annahme am meisten für sich. Diese (erste) gründet sich ja auf das von Rambaud et Renault[1]) beobachtete Vorkommen zweier Knochenkerne im knorpligen Naviculare. Kommen zwei Knochenkerne im Naviculare vor, wäre dies auch nur unconstant, so kann, auf Erfahrungen an anderen Orten des Scelets gestützt, nicht bestritten werden, dass möglicher Weise von ihnen aus die Verknöcherung der beiden Hälften des Naviculare vor sich gehen und vollendet werden könne ohne selbst mit einander knöchern, zu verschmelzen und dass in der dadurch bedingten Synchondrose zwischen den so entstandenen, den Hälften des Naviculare entsprechenden, beiden Knochenstücken mit der Zeit und anomaler Weise ein Gelenk sich entwickeln könne. — Ich habe mich deshalb auch in diesem Falle für das Zerfallen des Naviculare in Folge von Bildungshemmung in secundäre Navicularia (in das Naviculare secundarium laterale s. radiale und in das N. s. mediale s. ulnare) entschieden. Aus vergleichend-anatomischen Studien konnte ich beweisen, dass nicht einmal das Naviculare laterale geschweige denn das N. mediale das Analogon des zwischen der ersten und zweiten Reihe der Handwurzelknochen liegenden Os intermédiaire — Blainville — s. Os centrale — Gegenbaur — der Säugethiere sein könne. — Ueber J. Saltzmann's[2])

---

1) Orig. et développem. des os. Paris 1864. 8° p. 212—213. Atlas. Fol. Pl. XXI. Fig. 2bb.

2) „Nuperrime varius quoddam in ossium carpi numero, inter trapezium (multangulum minus) et maximum (capitatum) ita dictum

vor 143 Jahren gemachte kurze Mittheilung des angeblichen Fundes eines 9. Handwurzelknochens beim Menschen in einem Falle und über E. Sandifort's[1]) Meldung, 9 Handwurzelknochen beim Menschen gesehen zu haben, musste ich mich dahin aussprechen, dass in Saltzmann's Falle wohl über die Lage des vermeinten 9. Handwurzelknochen eine Vermuthung zulässig, nicht aber sicher wäre „ob Saltzmann ein Sesambein oder einen wirklichen Handwurzelknochen vor sich gehabt habe," dass in Sandifort's Falle gar nichts Sicheres sich bestimmen lasse, und dass daher beide angeblich gemachten Beobachtungen fraglich bleiben müssen. Wäre in Saltzmann's Falle der supernumeräre Knochen wirklich ein Handwurzelknochen der zweiten Reihe gewesen (vielleicht (?) zwischen das Capitatum, Multangulum minus und Metacarpale II, oder zwischen dieses und das Metacarpale III eingeschoben), dann könnte man allenfalls an 9 Handwurzelknochen (4 in der ersten und 5 in der zweiten Reihe) durch Zerfallen des Multangulum minus in zwei Multangula minora denken, aber man wäre doch noch nicht berechtigt, das Multangulum minus ulnare s. mediale als einen dem Intermedium der Säugethiere analogen Knochen zu deuten, trotzdem J. Fr. Meckel[2]) diese Analogie für diesen Fall gelten lassen wollte. Dem supernumerären Knochen fehlt ja die beim Intermedium der Säugethiere constant vorkommende Beziehung zu den Knochen der ersten Reihe, namentlich zum Naviculare, welche, wenn sie existirt hätte, wohl erwähnt worden wäre. Nur dann, wenn Saltzmann's Knochen mit dem Naviculare articulirt hätte, was aber nicht der Fall oder wenigstens anzugeben vergessen worden war, also zwischen dem Naviculare, Multangulum minus, Capitatum und

---

os, ubi phalangi primae et secundae metacarpi jungitur et tendo extensoris communis inseritur deprehendi et adhuc in naturali situ conservo." — Decas observ. anat. Obs. III. Argentorati 1725 (Diss. ab H. A. Nicolai). (Alb. Haller. Disp. anat. select. Vol. VI. Goettingae 1751 p. 691)

1) „Carpi ossicula novem adfuisse vidi." — Observ. anat.-pathol. Lib. III. Lugd. Batav. 1779. Cap. X p. 136.

2) Handb. d. menschl. Anatomie. Bd. 2. Halle u. Berlin 1816. S. 220. § 711.

Metacarpale II Platz genommen hätte, wäre er in der That ein Analogon des Intermedium der Säugethiere und zwar des Intermedium der Talpa europaea (nach meiner Erfahrung).

Durch den von mir 1866 beschriebenen Fall, ist somit allein die Möglichkeit des anomalen Auftretens von 9 Handwurzelknochen (5 in der ersten oder oberen Reihe und 4 in der zweiten oder unteren), ohne dass darunter ein dem Os intermedium s. centrale der Säugethiere analoger Knochen sich vorfände, mit völliger Sicherheit nachgewiesen. Die Möglichkeit des Vorkommens von 9 Handwurzelknochen beim Menschen, unter welchen einer die Bedeutung des Os intermedium s. centrale der Säugethiere hätte, war aber noch nachzuweisen und ist durch folgendes von mir 1868 aufgefundenes und in meiner Sammlung aufbewahrtes Beispiel nachgewiesen:

Bei der Durchsicht der Knochen, welche aus der Maceration v. J. $18\frac{67}{68}$ erhalten worden waren, wurde mir unter vielen anderen auch das Scelet eines Mannes mittleren Alters vorgelegt, bei welchem während der Reinigung ein an einem Handwurzelknochen hängendes Knöchelchen aufgefallen war.

Ich fand an der Wirbelsäule die Wirbelformel von der Norm abweichend, nämlich C. 7, D. 12, L. 5, S 6, Cx. 3. Von den 12 Brustrippenpaaren war an der rechten 2. Rippe eine geheilte Fractur und an der Fracturstelle eine 2 Centim. lange stachelförmige Exostose zu sehen, welche vor- und aufwärts in den ersten Intercostalraum hervorgestanden haben musste. Von den Gliederknochen wies das rechte Schlüsselbein eine geheilte Fractur auf und war die Acromialepiphyse des linken Schulterblattes ein besonderer Knochen (Os acromiale terminale). Die Handwurzelknochen beider Seiten waren nicht völlig macerirt, daher an allen Gelenkflächen noch mit dem Knorpelüberzug versehen, waren übrigens auch schlecht gereinigt. Ich konnte daher das supernumeräre Knöchelchen der linken Handwurzel noch in seiner Verbindung antreffen und untersuchen, bevor ich die Knochen beider Hände zur vollständigen Maceration und Reinigung neuerdings übergab.

Aus der Untersuchung der Handwurzelknochen beider

Seiten, vor und nach deren vollständiger Maceration und Reinigung ergaben sich folgende Resultate:

Die Handwurzel der rechten Seite besteht wie gewöhnlich aus 8 ganz normal gebildeten Knochen. Nur an der unteren Superficies ulnaris des Naviculare (Fig. 2), zur Aufnahme des Kopfes des Capitatum, ist unterhalb des ulnaren Endes der rauhen Rinne der S. dorsalis eine wenig entwickelte kurze, schräge, überknorpelte Rinne zu sehen, die aber auch an ganz normalen Navicularia vorkommen und dabei sogar mit einem beträchtlich langen, engen Einschnitt beginnen kann.

Die Handwurzel der linken Seite besteht aus 9 Knochen, wovon in der ersten und zweiten Reihe je 4 und die bekannten Knochen liegen, zwischen beiden Reihen aber und im Centrum der Handwurzel das supernumeräre (9.) Knöchelchen (Fig. 4, 5, 6, 8, 9. i) Platz nimmt. Das Lunatum, Triquetrum und Pisiforme der ersten Reihe, das Multangulum majus und Hamatum der zweiten Reihe sind vollkommen normal (Fig. 9). Das Naviculare, Multangulum minus und Capitatum aber zeigen nachstehende Abweichungen: Am Naviculare (n.) fehlt etwa das ulnare Drittel der an der rechten Seite von der Radial- zur Ulnarseite 2,3 Cent. langen S. digitalis. Statt dieses mangelnden Theiles und auf Kosten des überknorpelten Randes zwischen dem ulnaren Theile der S. digitalis und der unteren überknorpelten S. ulnaris der Norm und eines Theiles der letzteren Gelenkfläche selbst findet sich unter dem ulnaren Ende der rauhen Rinne der S. dorsalis ein weiter und tiefer Ausschnitt (*) vor. Dieser nimmt von der Dorsal- zur Volarseite allmählich bis 4 Mill. an Tiefe in verticaler Richtung zu, ist in der Richtung von der Dorsal- zur Volarseite 5 Mill. und in der Richtung von der Radial- zur Ulnarseite 8 Mill. weit. Er ist an der lateralen Wand, an der oberen Wand und an dem kleineren Theile der medialen Wand überknorpelt, also eine Gelenkfläche, an dem unteren grösseren Theile der medialen Wand rauh. Radialwärts geht er in die überknorpelte S. digitalis und volarwärts in die überknorpelte untere S. ulnaris des Knochens über. An den überknorpelten Stellen des Ausschnittes articulirt das supernumeräre Knöchelchen, mit der

rauhen Stelle (γ) desselben ist dieses durch Bandmasse (†) vereinigt. Die S. digitalis, welche nur dem breiteren radialen Theile der S. digitalis des rechten Naviculare dieses Falles und der eines normalen Naviculare überhaupt, der etwa zwei Drittel dieser Gelenkfläche ausmacht, entspricht, ist durch eine schwache, quer von der Dorsal- zur Volarseite verlaufende, überknorpelte Kante an der Grenze zwischen dem medianen und ulnaren Drittel in zwei normale Facetten, eine radiale (laterale) und eine ulnare (mediale) getheilt. Die radiale Facette (α), welcher zwei Drittel der S. digitalis angehören, ist oval, ulnarwärts quer abgestutzt, stark convex und articulirt mit der Gelenkfläche der S. brachialis des Multangulum majus. Die ulnare Facette (β), welcher nur ein Drittel der S. digitalis angehört, ist ab- und ulnarwärts gerichtet, hat die Gestalt eines unregelmässigen Viereckes, welches von der Dorsal- zur Volarseite viel länger als von der Radial- zur Ulnarseite breit ist, von der Dorsal- zur Volarseite an Breite abnimmt, radialwärts länger ist als ulnarwärts und an dem dorsalen und volaren Ende schräg abgestutzt erscheint, ist weniger convex und articulirt an der radialen Facette der Gelenkfläche der S. brachialis des Multangulum minus. Das Multangulum minus (mi) zeigt an der S. brachialis statt der einfachen Gelenkfläche am rechten Knochen und an dem der Norm, eine durch eine sehr hervorspringende überknorpelte Kante anomaler Weise in zwei Facetten, in eine radiale (laterale) und in eine ulnare (mediale) getheilte Gelenkfläche. Die radiale Facette (δ) ist länglich vierseitig, in der Richtung von der Dorsal- zur Volarseite länger als von der Radial- zur Ulnarseite breit, ist fast gleichmässig breit, am dorsalen Ende radialwärts schräg, abgeschnitten, von der Dorsal- zur Volarseite beträchtlich concav und schräg auf- und radialwärts gerichtet. Sie geht an ihrem radialen Rande unter einem rechten Winkel in die Gelenkfläche der S. radialis des Knochens über und articulirt mit der ulnaren Facette der S. digitalis des Naviculare. Die ulnare Facette (ε) ist grösser als die radiale, hat die Gestalt eines mit der Spitze ulnarwärts gerichteten Dreieckes mit einem radialen (lateralen), volaren und dorsalen Rande. Sie ist von der Dorsal- zur

Volarseite und von der Radial- zur Ulnarseite concav, gerade aufwärts gerichtet und articulirt mit dem supernumerären Knöchelchen. Dasselbe besitzt ferner an der S. ulnaris ausser der gewöhnlichen und volarwärts gelagerten Gelenkfläche noch eine anomale dorsalwärts gelagerte. Die volarwärts gelagerte Gelenkfläche (ζ) dieser S. ulnaris verhält sich normal. Die dorsalwärts gelagerte anomale Gelenkfläche (η) ist kleiner als die vor ihr liegende andere Gelenkfläche, ist dreieckig, beträchtlich concav, schräg aufwärts gerichtet, und articulirt mit einem schwachen Höckerchen am Körper des Capitatum. An ihrem oberen Rande geht sie unter einem überknorpelten Winkel am ulnaren Theile des volaren Randes der ulnaren Facette der S. brachialis über, durch eine halbmondförmige rauhe Rinne vor und unter ihrem unteren Rande ist sie vorwärts von der volarwärts gelagerten Gelenkfläche der S. ulnaris und abwärts von der Gelenkfläche der S. digitalis geschieden. Das Capitatum (c) besitzt an der S. radialis des Körpers, ausser der gewöhnlichen volarwärts gelagerten Gelenkfläche, hinter dieser noch eine kleine dorsalwärts auf einem kleinen schwachen Höckerchen gelagerte anomale Gelenkfläche, welche an der dorsalwärts gelagerten anomalen Gelenkfläche der S. ulnaris des Multangulum minus articulirt. Ueber der dorsalwärts gelagerten anomalen Gelenkfläche der S. radialis des Körpers des Capitatum, vor dem radialen Dorsalrande dessen, ist am Halse des Knochens eine undeutlich ausgesprochene, überknorpelte, schwach convexe dreieckige Facette (ϑ), welche in die Gelenkfläche des Kopfes des Knochens übergeht, zu sehen. Die dient zur Articulation des supernumerären Knöchelchens.

Das supernumeräre (neunte) Knöchelchen (Fig. 4, 5, 6, 8, 9, i), zeigt Nachstehendes.

L a g e: Im Centrum der Handwurzel zwischen der ersten (oberen) Reihe und der zweiten (unteren) Reihe derselben und zwar versteckt zwischen dem Naviculare (in einem tiefen Ausschnitte desselben (n.), Multangulum minus (mi) und Capitatum (Hals desselben) (c.).

G e s t a l t: Niedriger Tetraeder. Von seinen Flächen ist die eine abwärts, sind zwei auf- und rückwärts und ist eine

ulnarwärts gerichtet. Die untere Fläche (S. digitalis) (Fig. 4, 9, i) ist überknorpelt, eine Gelenkfläche, schwach convex, grösser als die übrigen Flächen und articulirt an der ulnaren (medialen) Facette der S. brachialis des Multangulum minus. Die obere laterale Fläche (S. brachialis lateralis) (Fig. 6, i) ist überknorpelt, eine Gelenkfläche, convex, lateralwärts und rückwärts gerichtet, und articulirt mit der lateralen Hälfte des Ausschnittes des Naviculare. Die obere mediale Fläche (S. brachialis medialis) (Fig. 6, i) ist an der oberen Hälfte überknorpelt, an der unteren Hälfte rauh, also theils Gelenk- theils Verbindungsfläche, convex, medial- und rückwärts gerichtet und an der lateralen Hälfte des Ausschnittes des Naviculare befestigt. Die ulnare Fläche (S. ulnaris) (Fig. 5, 8, i) ist überknorpelt, eine Gelenkfläche, concav und articulirt an der beschriebenen Facette der S. radialis des Capitatum. Mit Ausnahme des ulnaren (medialen) Randes der unteren Fläche sind die Ränder des Knöchelchens überknorpelt. Die Kante zwischen der oberen lateralen und medialen Fläche ist wenig ausgesprochen.

Grösse: Seine Höhe beträgt 4 Mill,, seine Breite an der unteren Fläche oder Basis in der Richtung von der Radial- zur Ulnarseite 7 Mill. und in der Richtung von der Dorsal- zur Volarseite 6 Mill.

Verbindung: Durch kurze Bandmasse (†) mit dem Naviculare. Die Bündel derselben befestigen sich am supernumerären Knöchelchen (i) an dem abgerundeten Dorsalwinkel der unteren Fläche und an der unteren rauhen Hälfte der oberen medialen Fläche desselben, am Naviculare (Fig. 4, 9, n) aber am Dorsalrande und an der breiten rauhen Stelle des grössten Theiles der medialen Wand des Ausschnittes desselben.

Bedeutung: Man kann: a) an ein durch Zerfallen des Naviculare entstandenes Knöchelchen, b) an einen verknöcherten Gelenkkörper, und c) an ein dem Os intermedium s. centrale der Säugethiere analoges Knöchelchen denken.

Wollte man an das Auftreten des supernumerären Knöchelchens „durch Zerfallen des Naviculare“ glauben, so müsste man zu unsicheren Voraussetzungen seine Zuflucht nehmen. Man müsste annehmen, im knorpeligen Naviculare dieses Falles

wäre die Verknöcherung ausser dem einen Knochenkerne, welchen die meisten Anatomen zulassen, oder ausser zwei Knochenkernen (wohl je einen für eine Hälfte), die Rambaud et Renault beobachtet und abgebildet haben, noch von einem supernumerären unter den ersteren gelagerten Knochenkerne, also von 2 oder sogar 3 Knochenkernen, welche letztere Anzahl Serres, nach Rambaud et Renault Mittheilung[1]), wirklich gesehen haben wollte; würde aber nicht begreifen können, wie der allergrösste Theil der Synchondrose zwischen dem dem supernumerären Knöchelchen entsprechenden Knochenstücke und dem Naviculare in ein Gelenk verwandelt werden konnte, ohne eine Spur ihrer früheren Existenz zu hinterlassen. Gegen die Annahme des supernumerären Knöchelchen „als verknöcherter Gelenkkörper" sprechen, wenn auch die Beschaffenheit der Gelenkkapseln nicht untersucht werden und auch das Knöchelchen selbst, wegen Schonung des seltenen Präparates nicht zersägt und einer mikroskopischen Untersuchung unterzogen werden konnte: Das Aussehen des supernumerären Knöchelchens und die Beschaffenheit der übrigen Handwurzelknochen, an welchen weder an den knöchernen Theilen noch an den knorpligen Ueberzügen ihrer Gelenkflächen irgend ein krankhafter Zustand bemerkbar ist, endlich die Regelmässigkeit der Facettirung der mit dem supernumerären Knöchelchen articulirenden Gelenkfläche der S. brachialis am Multangulum minus, welche nur ein von jeher bestandener Knorpel und später Knochen verursachen kann. Es bleibt daher nur übrig, das supernumeräre Knöchelchen für ein aus einem früheren Zustande stammendes Corpuselement und zwar für ein dem Os intermedium s. centrale weniger Abtheilungen der Säugethiere analoges Knöchelchen zu nehmen. Für diese Deutung sprechen: seine Lage zwischen der ersten und zweiten Reihe der Handwurzelknochen, und zwar zwischen dem Naviculare, Multangulum minus und Capitatum, die dem Intermedium gewisser Quadrumana ebenfalls eigenthümlich ist oder doch sein kann, und sein Verhalten zum Naviculare, zu dem das Intermedium der Säugethiere constant in Beziehung steht. Gegen diese Deutung können nicht

1) Op. cit. pag. 212.

sprechen: Seine nicht vollständige Lage im Centrum der Handwurzel (nur zwischen 3 Knochen und nicht, abgesehen vom Pisiforme, zwischen 7 Knochen), weil das Intermedium s. centrale der Säugethiere, welches nur bei Chiromys zwischen 7 Knochen, also völlig im Centrum der Handwurzel, liegt, auch dann als dieses gilt, wenn es bei anderen und verschiedenen Species zwischen 3—5 Handwurzelknochen (oder sogar zwischen 2 (?) — Pander und d'Alton —) Platz nimmt; und auch nicht der Abgang einer rauhen S. dorsalis.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1.

Rechtes Naviculare. (Ansicht von der Dorsal- und Digitalseite).

Fig. 2.

Dasselbe. (Ansicht von der Ulnarseite bei aufwärts gekehrter Digitalseite).

Fig. 3.

Rechtes Multangulum majus und M. minus. (Ansicht von der Brachial- und Dorsalseite).

Fig. 4.

Linkes Naviculare mit dem Intermedium. (Ansicht des Naviculare von der Dorsal- und Digitalseite, des Intermedium von der Digitalseite).

Fig. 5.

Dieselben. (Ansicht beider von der Ulnarseite bei aufwärts gekehrter Digitalseite des Naviculare).

Fig. 6.

Dieselben. (Dieselbe Ansicht bei dem aus dem Ausschnitte des Naviculare herausgehobenen Intermedium).

Fig. 7.

Linkes Multangulum majus und M. minus. (Ansicht von der Brachial und Dorsalseite).

Fig. 8.

Linkes Naviculare, Multangulum majus, M. minus mit

dem Intermedium. (Ansicht der ersteren drei von der Volar- und Ulnarseite, des Intermedium von der Ulnarseite).

Fig. 9.

Linke Handwurzel mit neun Knochen. (Ansicht des Naviculare mit dem Intermedium, die aus der Verbindung mit anderen gebracht sind, von der Digitalseite; und der übrigen Handwurzelknochen von der Dorsalseite).

Bezeichnungen für alle Figuren.

n. Linkes Naviculare.
l. „ Lunatum.
t. „ Triquetrum.
p. „ Pisiforme.
mj. „ Multangulum majus.
mi. „ Multangulum minus.
c. „ Capitatum.
h. „ Hamatum.
i. „ Intermedium s. Centrale.
n.' Rechtes Naviculare.
mj.' „ Multangulum majus.
mi.' „ Multangulum minus

(*) Ausschnitt am linken Naviculare zur Aufnahme des Intermedium.

α. Radiale (laterale) Facette der Superficies digitalis des linken Naviculare.

β. Ulnare (mediale) Facette derselben.

γ. Rauhe Fläche an der medialen Wand des Ausschnittes des linken Naviculare zur Verbindung mit dem Intermedium.

δ. Radiale (laterale) Facette der S. brachialis des linken Multangulum minus.

ε. Ulnare (mediale) Facette derselben zur Articulation mit dem Intermedium.

ζ. Volarwärts gelagerte normale Gelenkfläche der S. ulnaris des linken Multangulum minus.

η. Dorsalwärts gelagerte anomale Gelenkfläche derselben zur Articulation mit dem Capitatum.

ϑ. Anomale Facette an der radialen Gelenkfläche des linken Capitatum zur Articulation mit dem Intermedium.

(†). Bandmasse zwischen dem Naviculare und dem Intermedium.

St. Petersburg, den $\frac{16.}{28.}$ October 1868.

Ueber ein neuntes Handwurzelknöchelchen des Menschen mit der Bedeutung einer persistirenden Epiphyse des zum Ersatze des mangelnden Processus styloideus des Metacarpale III anomal vergrösserten Multangulum minus.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie zu St. Petersburg.

(Hierzu Tafel X. A.)

Ich hatte bis September 1868 zwei Fälle mit 9 Handwurzelknochen beim Menschen beobachtet. Der erste Fall, welcher an der rechten Hand eines Weibes vorkam, hatte 5 Knochen in der ersten Reihe und 4 Knochen in der zweiten Reihe des Carpus. Ueberzahl war durch Zerfallen eines Knochens der ersten Reihe und zwar des Naviculare in zwei secundäre Navicularia — N. secund. laterale s. radiale und N. secund. mediale s. ulnare — eingetreten. Ich beschrieb diesen Fall 1866[1]. Der zweite Fall, welcher an der linken Hand eines Mannes vorkam, hatte die gewöhnlichen 4 Knochen in der ersten Reihe, die gewöhnlichen 4 Knochen in der zweiten Reihe und ausserdem 1 Knochen im Centrum des Carpus zwischen der ersten und zweiten Reihe und zwar zwischen dem Naviculare, Multangulum minus und Capitatum, welcher nicht durch Zerfallen eines dieser Knochen entstanden war. Ueberzahl war durch Hinzukommen eines wirklich supernumerären Knöchelchens, das wegen seiner Lage und übrigen An-

1) Ueber die secundären Handwurzelknochen des Menschen. — Dieses Archiv 1866. p 565. Taf. XVI.

ordnung als das Analogon des bei gewissen Säugethieren constant vorkommenden Intermedium s. Centrale gedeutet werden musste, aufgetreten. Ich beschrieb diesen Fall 1868[1]).

Bei meinen fortgesetzten Untersuchungen über den Carpus an Händen mit Weichgebilden fand ich Mitte December 1868 das dritte Mal 9 Knochenstücke im Carpus der linken Hand eines Mannes. Die vier Knochenstücke in der ersten Reihe waren die gewöhnlichen Knochen der Norm. Von den fünf Knochenstücken der zweiten Reihe repräsentiren 4 die gewöhnlichen Knochen der Norm und 1 eine anomale Epiphyse des Multangulum minus. Ueberzahl war zwar nicht durch Zerfallen eines der normalen Knochen und auch nicht des Knochenstückes, welches dem normalen Multangulum minus völlig entspricht, aber doch durch Zerfallen des zum Ersatze des in diesem Falle ganz mangelnden Processus styloideus des Metacarpale III anomal vergrösserten Multangulum minus in das Multangulum minus der Norm und in einen supernumerären Anhang aufgetreten. Dieser Anhang war es, welcher den mangelnden Processus styloideus des Metacarpale III ersetzte. Derselbe musste aus einem besonderen Knochenkerne sich entwickelt haben, hatte in Folge noch nicht eingetretener knöcherner Verschmelzung mit dem dem Multangulum minus der Norm entsprechenden Knochen als dessen anomaler Weise vorkommende Epiphyse persistirt und würde, im möglichen Falle des Auftretens eines Gelenkes in der Synchondrose zwischen beiden, ein ganz selbstständiges, supernumeräres, auch mit dem Multangulum minus gelenkig verbundenes Knöchelchen, ohne die Bedeutung eines Analogon des Intermedium s. Centrale gewisser Säugethiere zu haben, repräsentirt haben, wie er am Scelete als ein isolirtes Knöchelchen in der That auch erscheint. An derselben Hand war auch eine anomale Articulation, durch Amphiarthrose, zwischen dem Pisiforme und dem Hamulus des Hamatum zugegen.

Ich erlaube mir auch dieses seltene Scelet der Hand mit

---

1) Ueber ein dem Intermedium s. Centrale der Säugethiere analoges neuntes Handwurzelknöchelchen beim Menschen. — Dieses Archiv 1869. S. 331.

9 Knochen im Carpus, das ich, wie die beiden anderen seltenen bereits beschriebenen und abgebildeten Fälle mit 9 Knochen im Carpus, in meiner Sammlung aufbewahre, nachdem ich es vor und nach der Maceration genau untersucht hatte, im Nachstehenden zu beschreiben und durch eine Reihe Abbildungen (Fig. 1—7) zu erläutern:

1. Carpus.

Das Naviculare, Lunatum, Triquetrum und Multangulum majus sind völlig normal. Das Pisiforme, Multangulum minus, Capitatum und Hamatum zeigen manche Besonderheiten. Zwischen dem Multangulum minus und Capitatum ist am Rücken der zweiten Knochenreihe des Carpus ein supernumeräres Knöchelchen eingefügt, welches am frischen Präparate durch Synchondrose unbeweglich mit dem Multangulum minus vereinigt war, daher als dessen Epiphyse zu nehmen ist.

Das Pisiforme (Fig. 1 No. 4; Fig. 2; Fig. 6 No. 2) ist sehr voluminös, 2 Cent. lang, bis 1,5 Cent. in sagittaler Richtung und bis 1 Cent. in transversaler Richtung dick. Es übertrifft an Grösse etwas das Triquetrum, welches nur in einer Richtung um 2 Mill. dicker als das Pisiforme, in den anderen Richtungen weniger voluminös ist als dieses. Von dem unteren Ende seines Körpers (a), welcher an seiner Rückenseite die bekannte Gelenkfläche (α) zur Articulation mit dem Triquetrum aufweiset, ragt ein anomaler Processus (b) abwärts hervor. Dieser Processus ist ein in transversaler Richtung etwas comprimirter, am Ende schräg abgestutzter Cylinder. Er ist kurz (5 Mill. vorwärts und $2^1/_2$ Mill. dorsalwärts), aber sehr dick (1 Cent. in sagittaler Richtung und 0,7 — 0,8 in transversaler Richtung). Von dem Körper des Knochens ist er an der Radial-, Ulnar- und Rückenseite durch eine Einschnürung geschieden. Sein schräg abgestutztes Ende zeiget eine ovale Gelenkfläche (β), durch die er an dem Hamulus des Hamatum, damit durch eine schwache Gelenkkapsel vereiniget, articulirte. Diese Gelenkfläche ist an der vorderen Hälfte convex, an der hinteren Hälfte concav.

Das Multangulum minus (Fig. 1 No. 6; Fig. 3) ist bis auf seine Superficies ulnaris und auf das ulnare Ende der Dorsalseite normal. Die S. ulnaris ist nämlich bis auf eine ganz kleine, dreieckige, convexe, rauhe Stelle (b) am oberen Theile ihres hinteren Endes eine lange, ungewöhnlich concave Gelenkfläche (a), welche mit der grösseren vorderen Portion ulnarwärts, mit der kleineren hinteren vorwärts sieht und mit der Gelenkfläche der S. radialis des Capitatum articulirt. Das ulnare Ende seiner Dorsalseite ist von oben und ulnarwärts nach unten und etwas radialwärts abgestutzt. Dasselbe zeigt eine mit einem hinteren convexen, mit einem vorderen fast geraden und einem unteren concaven Rande eingerahmte, mit vielen kleinen Löchern zwischen netzförmig verbundenen Bälkchen durchbohrte, beträchtlich vertiefte dreieckige oder elliptische Verbindungsfläche (c). Von den Rändern derselben ist der hintere, welcher den Ulnarrand der S. dorsalis des Knochens darstellt, der längste, der vordere der kürzeste. Sie sieht ulnarwärts und war mit dem supernumerären Knöchelchen durch Synchondrose anscheinend unbeweglich vereinigt. Dieselbe misst in verticaler Richtung 1 Cent., in sagittaler bis 0,5 Cent.

Das Capitatum hat die gewönliche Form. Die Gelenkfläche an der S. ulnaris ist von der an der S. digitalis durch einen 3 Mill. hohen länglichen rauhen Streifen geschieden; die Gelenkflächen an der S. brachialis, radialis und digitalis gehen in einander über, sind von einander nur durch verschieden schwach entwickelte, überknorpelte Kanten geschieden. An der Gelenkfläche der S. digitalis sind 4 Facetten zu sehen, 2 radiale, 1 mediane und 1 ulnare, welche auch an demselben Knochen gewöhnlicher Fälle vorkommen oder doch vorkommen können. Die vordere radiale Facette ist dreieckig, lang und schmal. Sie dient zur Articulation mit der vorderen Facette am ulnaren Kamme der S. brachialis der Basis des Metacarpale II. Die hintere radiale Facette ist klein, dreieckig. Sie entspricht der Facette zur Articulation mit dem Processus styloideus des Metacarpale III am Knochen mancher gewöhnlichen Fälle. Sie dient zur Articulation mit dem supernumerären Knöchelchen. Die grosse mediane Facette articulirt an der grossen Facette

der S. brachialis der Basis des Metacarpale III. Die ulnare Facette ist länglich rund, klein. Sie dient zur Articulation mit der kleinen radialen Facette an der S. brachialis der Basis des Metacarpale IV.

Das Hamatum (Fig. 1 No. 8; Fig. 4; Fig. 6 No. 3) ist an seinem Körper (a) ganz normal. Sein Hamulus (b) aber ist abnorm vergrössert. Dieser nimmt nämlich von seinem unteren Rande nach aufwärts an Höhe (Breite) und allmählich auch an Dicke so ungewöhnlich zu, dass seine obere Seite statt des Randes der Norm eine breite Fläche wurde. Diese auf- und ulnarwärts gekehrte Fläche zeigt an ihren vorderen zwei Dritteln einen Vorsprung, an ihrem hinteren Drittel eine tiefe rauhe Rinne (γ). Der Vorsprung war überknorpelt und ist mit einer ovalen, in sagittaler Richtung 1 Cent. langen und in transversaler Richtung 0,7—0,8 Cent. breiten Gelenkfläche (β) versehen, welche an der vorderen Hälfte concav, an der hinteren Hälfte convex ist. An ihr articulirt der anomale Processus des Pisiforme. Durch die Rinne ist diese Gelenkfläche von der an der S. ulnaris des Körpers des Knochens geschieden.

2. Metacarpus.

Das Metacarpale I und V sind ganz normal. Die anderen Metacarpalia zeigen an ihren Bases manche Abweichungen.

Das Metacarpale II (Fig. 1 No. 11; Fig. 7 No. 1) weiset an dem überknorpelten ulnaren Kamme (Zacke) der S. brachialis seiner Basis zwei ungewöhnliche Facetten, eine vordere und eine hintere, auf. Die vordere Facette, welche die vorderen zwei Drittel des Kammes einnimmt, verbreitert sich von vorn nach hinten, ist Sförmig gekrümmt, in sagittaler Richtung concav und in transversaler Richtung convex. Die hintere Facette (α), welche das hintere Drittel des Kammes einnimmt, hat die Gestalt eines Parallelogrammes, ist 0,7 Cent. lang, 0,5 Cent. breit, concav von vorn nach hinten und fällt gegen die Rücken- und Ulnarseite ab. An der vorderen Facette articulirt die vordere radiale Facette der S. digitalis des Capitatum, an der hinteren Facette aber das supernumeräre Knöchel-

chen. An der S. ulnaris der Basis des Knochens ist von den beiden Facetten der Gelenkfläche dieser Seite der Norm nur die vordere grössere Facette vorhanden, welche an der einfachen Gelenkfläche der S. radialis der Basis des Metacarpale III articulirt.

Das Metacarpale III (Fig. 1 No. 12; Fig. 7 No. 2) besitzt an seiner Basis keinen Processus styloideus. An der Stelle, wo dieser sonst sitzt, ist über dem hinteren Radialwinkel der Basis des Metacarpale III eine halbovale, 0,8—0,9 lange und bis 0,7 Cent. breite, schräg radial- und rückwärts gerichtete, gegen die Dorsal- und Radialseite etwas abfallende concave hintere kleine Facette (β) an der Gelenkfläche der S. brachialis zu sehen, welche von der grossen vorderen Facette dieser Gelenkfläche durch eine schräge und überknorpelte Kante geschieden ist. An der grossen Facette der Gelenkfläche der S. brachialis articulirt die grosse mediane Facette der Gelenkfläche der S. digitalis des Capitatum, an der kleinen Facette aber das supernumeräre Knöchelchen des Carpus. Sowohl an der S. radialis als auch an der S. ulnaris ist nur eine einfache Gelenkfläche zu bemerken zur Articulation mit der einfachen Gelenkfläche an der S. ulnaris der Basis des Metacarpale II und der einfachen Gelenkfläche an der S. radialis der Basis des Metacarpale IV.

Das Metacarpale IV. (Fig. 1 No. 13; Fig. 7 No. 3) zeiget an der S. brachialis seiner Basis eine mit 2 Facetten versehene Gelenkfläche und rückwärts und radialwärts eine dreieckige rauhe Stelle (δ). Von den beiden Facetten der Gelenkfläche, welche durch eine schwache und überknorpelte Kante, die in sagittaler Richtung verläuft, geschieden sind, ist die ulnare Facette sehr gross, die radiale (γ) länglich rund, schmal und kurz. An ersterer articulirt die radiale Facette der Gelenkfläche der S. digitalis des Hamatum, an letzterer die ulnare Facette der Gelenkfläche der S. digitalis des Capitatum. Nicht nur die S. ulnaris der Basis, sondern auch die S. radialis besitzt nur eine einfache Gelenkfläche, welche mit der einfachen Gelenkfläche der S. ulnaris der Basis des Metacarpale III articulirt und durch eine schwach angedeutete, über-

knorpelte, stumpfe Kante von der vorderen radialen Facette seiner S. brachialis geschieden ist.

3. Phalanges.

Alle 14 sind völlig normal.

4. Supernumeräres

Knöchelchen in der unteren Reihe des Carpus. (Fig. 1 No. 9; Fig. 5).

Lage. Zwischen dem ulnaren Ende der Dorsalportion des Multangulum minus und dem hinteren Drittel des ulnaren Kammes der S. brachialis der Basis des Metacarpale II (radialwärts), zwischen der S. digitalis des Capitatum (auf- und ulnarwärts) und dem hinteren Radialwinkel der S. brachialis der Basis des Metacarpale III (abwärts), so, dass es nur an der Dorsalseite des Carpus, nicht an dessen Volarseite sichtbar ist.

Gestalt. Diese ist die eines von vorn nach hinten comprimirten Tetraeders mit einer hinteren, unteren, radialen und ulnaren Fläche. Die hintere Fläche ist abgerundet dreieckig, rauh, convex. Sie hilft den Rücken des Carpus bilden. Die untere Fläche (c) ist eine halbovale, convexe Gelenkfläche, welche auf der hinteren kleinen anomalen Facette der Gelenkfläche der S. brachialis der Basis des Metacarpale III articulirt. Die radiale Fläche (a) ist am oberen hinteren Theile ganz porös, convex; am vorderen unteren Theile eine parallelogrammförmige, convexe Gelenkfläche. Die rauhe Stelle (α) hatte sich mit dem ulnaren hinteren Ende des Multangulum minus durch Synchondrose vereiniget, die Gelenkfläche (β) aber articulirt an der hinteren Facette des ulnaren Kammes der Gelenkfläche an der S. brachialis der Basis des Metacarpale II. Die ulnare Fläche (b) ist durch eine schräge Rinne in eine obere dreieckige, convexe, rauhe Fläche (γ) und in eine untere dreieckige, schwach concave Gelenkfläche (δ) geschieden. Erstere diente zur Anheftung der Kapsel und Bänder, letztere articulirt an der hinteren kleinen radialen Facette der S. digitalis des Capitatum.

Grösse. Der Durchmesser in verticaler Richtung beträgt 0,9 Cent., in transversaler Richtung 1,1 Cent. und in sagittaler Richtung 0,7 Cent.

Verbindung. Mit dem Multangulum minus wahrscheinlich durch eine hyalin-knorplige Synchondrose; mit dem Capitatum, dem Metacarpale II und III durch die an der oberen Abtheilung der ulnaren Fläche und an den oberen und unteren Rand seiner Dorsalfläche angeheftete Kapsel und durch Gelenke. (Bei der Untersuchung am frischen Präparate, welche ich wegen nöthiger Schonung des Präparates bis zu irgend einer Verletzung des Multangulum minus nicht vornehmen wollte, konnte ich wohl die gelenkigen Verbindungen genau examiniren, nicht aber die Art der anscheinend ganz oder fast unbeweglichen Verbindung mit dem Multangulum minus sicher bestimmen. Ich erkannte einen anomalen Fortsatz des Multangulum minus, der schon am knorplig vorgebildeten letzteren existirt haben musste, konnte aber mit Sicherheit nicht entscheiden, ob dieser schon eine Apophyse oder noch eine Epiphyse sei, als welcher er sich nach der Maceration auswies).

Bedeutung. Man kann an Verschiedenes denken.

a) An ein durch Zerfallen des Multangulum minus der Norm oder des Capitatum entstandenes Knöchelchen; b) an ein wirklich supernumeräres und dem Intermedium s. Centrale gewisser Säugethiere analoges Knöchelchen; c) an ein Ossiculum sesamoideum; d) an einen als selbstständiges Knochenstück im Carpus auftretenden Processus styloideus des Metacarpale III; e) endlich an eine Epiphyse des zum Ersatze des mangelnden Processus styloideus des Metacarpale III anomal vergrösserten Multangulum minus.

Ad a) Die Erklärung des Ursprunges des Knöchelchens durch Zerfallen des Multangulum minus der Norm oder des Capitatum in zwei Knochen muss man fallen lassen.

Das Capitatum ist ja völlig normal, auch der dem Multangulum minus der Norm entsprechende Knochen weiset, abgesehen von einer S. ulnaris, die von der Norm etwas abweicht, und von dem ulnaren Ende seiner Dorsalportion, die abgestutzt ist, Gestalt und Volumen des Multangulum minus der Norm

auf, und beide entwickeln sich, nach übereinstimmenden Angaben der Anatomen, nur aus einem Knochenkerne.

Ad b) Die Deutung des Knöchelchens als ein wirklich supernumeräres und dem Intermedium gewisser Säugethiere analoges Knöchelchen muss ebenfalls aufgegeben werden.

Das Knöchelchen liegt zwischen Multangulum minus und Capitatum in der zweiten Reihe des Carpus über dem ulnaren Kamme der S. brachialis der Basis des Metacarpale II und über dem hinteren Radialwinkel der S. brachialis der Basis des Metacarpale III. Wie ich [1]) nachgewiesen habe, giebt es zwei Säugethier-Genera — Talpa, Lepus — bei welchen das Intermedium mit dem dorsalen Theile seiner unteren Kante auch am ulnaren Kamme der S. brachialis der Basis des Metacarpale II, wie unser Knöchelchen beim Menschen, articulirt. Allein das Knöchelchen beim Menschen articulirt mit keinem der Knochen der ersten Reihe des Carpus; während das Intermedium, welches bei Talpa europaea zwischen Naviculare, Multangulum minus, Capitatum und Metacarpale II, bei Lepus timidus und cuniculus zwischen Naviculare, Lunatum, Multangulum minus, Capitatum und Metacarpale II liegt, bei Talpa mit einem Knochen der ersten Reihe — Naviculare —, bei Lepus mit zwei Knochen derselben — Naviculare und Lunatum — articulirt. Das Knöchelchen beim Menschen hat zwar mit dem Multangulum minus, Capitatum und Metacarpale II, wie das Intermedium bei Talpa und Lepus, mit dem es allein analog gedacht werden könnte, eine Verbindung eingegangen, aber es fehlt ihm jede das Intermedium der Säugethiere charakterisirende Verbindung mit einem oder mehreren Knochen der ersten Reihe des Carpus, folglich kann es dem Intermedium dieser und anderer Säugethiere nicht analog sein.

Ad c) Die Deutung des Knöchelchens als ein zufällig aufgetretenes Ossiculum sesamoideum am Carpus ist gleichfalls nicht zulässig.

Die zwischen vier Knochen tief eingefügte Lage, die ganz

---

1) Ueber die secundären Handwurzelknochen des Menschen. S. 579 — 580.

oder fast unbewegliche Verbindung durch Synchondrose mit einem Knochen und die bewegliche Verbindung mit drei anderen Knochen durch in verschiedener Richtung befindliche, mit hyalinem Knorpel überkleidete Gelenkflächen sprechen dagegen.

Ad d) Als selbstständig gewordener und ein besonderes Knochenstück des Carpus darstellender Processus styloideus des Metacarpale III kann das Knöchelchen auch nicht genommen werden.

Der völlige Mangel des Processus styloideus am Metacarpale III und dessen Substitution im Carpus durch das Knöchelchen; sowie das von J. Cruveilhier[1]) in einigen Fällen beobachtete anomale Vorkommen eines Knochenkernes in den Bases der vier medialen Metacarpalia, welches auch anomales Auftreten eines besonderen Knochenkernes im knorplig vorgebildeten Processus styloideus als Metacarpale III, also Auftreten dieses Processus ausnahmsweise als Epiphyse, als nicht unmöglich vielleicht vermuthen lässt, und das wenn auch ausnahmsweise beobachtete Vorkommen mancher Epiphysen als selbstständige, articulirende Knochen, in Folge Entstehens von Gelenken in der Synchondrose zwischen dem Körper und der Epiphyse eines Knochens, kann zur Annahme „der Processus styloideus des Metacarpale III, falls er sich als Epiphyse entwickelt hätte, sei (durch etwaige Gelenkbildung in seiner Synchondrose) ebenfalls als besonderer articulirender Knochen vorgekommen" verleiten. Allein die Verbindung des Knöchelchens mit dem Multangulum minus durch knorplige Synchondrose, während es am Metacarpale III articulirt und noch ein anderer, unten angegebener Grund sprechen dagegen.

Ad e) Es bleibt nur übrig, das supernumeräre Knöchelchen als eine anomale Epiphyse des anomal vergrösserten Multangulum minus zu erklären.

Es muss angenommen werden, das Multangulum minus unseres Falles sei mit einem anomalen Anhange oder Fortsatze zum Ersatze des mangelnden Processus styloideus des Meta-

1) Traité d'anat. descr. 3. édit. Tom. I. Paris 1851. p. 276.

carpale III, also anomal vergrössert, knorplig praeformirt gewesen; dasselbe sei von zwei Knochenkernen aus, wovon einer in seinem Körper, der andere in seinem Anhange auftrat, ossificirt; aus diesen zwei Knochenkernen haben sich zwei Knochenstücke entwickelt, ein grosses für den Körper und ein kleines für den Anhang; diese zwei Knochenstücke haben in Folge nicht knöcherner Verschmelzung und durch Synchondrose, welche anomaler Weise noch im Mannesalter fortbestanden hatte, vereinigt wie ein Knochen mit einer Epiphyse persistirt; und haben nach Verlorengehen des Knorpels in der Synchondrose durch die Maceration am Scelette zwei isolirte Knochen, wovon einer dem Multangulum minus der Norm völlig entspricht, der andere das supernumeräre und den mangelnden Processus styloideus des Metacarpale III ersetzende Knöchelchen ist, dargestellt. Für die Richtigkeit dieser Deutung spricht, ausser dem über das supernumeräre Knöchelchen Mitgetheilten und ausser den am Multangulum minus, Capitatum, Metacarpale II und III dieses Falles beobachteten Besonderheiten: ein in meiner Sammlung aufbewahrtes Multangulum minus (Fig. 8, 9) der rechten Hand eines anderen Individuums, welches an dem ulnaren Ende seiner Dorsalportion mit einem mit dem Körper (a) des Knochens, ohne Spur einer früheren Trennung, verwachsenen, anomalen Anhange oder Fortsatze (Apophyse) (b) versehen ist, der dem supernumerären und als Epiphyse gedeuteten Knöchelchen unseres Falles analog erklärt werden muss. Unter den Massen der Knochen der Hand nämlich, welche den Studirenden zur Uebung im Bestimmen derselben überlassen worden waren, fand Dr. Lesshaft, mein Prosector, jetzt Professor der Anatomie in Kasan, dieses Multangulum minus, das er mir sogleich vorlegte. Da die dieser Hand angehörigen übrigen Knochen des Carpus und die des Metacarpus unter den Knochen von Massen von Händen nicht ausgemittelt werden konnten, so konnte ich augenblicklich über die Bedeutung des anomalen Fortsatzes keinen Aufschluss geben. Nachdem ich aber bei den von mir seit längerer Zeit wieder fortgesetzten Untersuchungen über den Carpus einige Tage später das supernumeräre Knöchelchen an der linken Hand gefunden und dieses

allseitig vor und nach der Maceration des Sceletes untersucht hatte, kann ich nun den an jenem Multangulum minus der rechten Hand vorkommenden anomalen Fortsatz als gleichbedeutend mit dem supernumerären Knöchelchen erklären aus folgenden Gründen: Das Multangulum minus mit dem anomalen Fortsatze von der rechten Hand hat eine ähnliche Gestalt wie das mit dem supernumerären Knöchelchen in Verbindung gebrachte Multangulum minus der linken Hand. Sein Körper, welcher das Multangulum minus der Norm repräsentirt, gleicht ganz dem Multangulum minus jener linken Hand selbst durch die von der Norm etwas abweichende Anordnung der S. ulnaris und deren einfache Gelenkfläche (δ). Der anomale Fortsatz (b) steht quer ulnarwärts hervor, sitzt wie das supernumeräre Knöchelchen am ulnaren Ende der Dorsalportion des Multangulum minus; er ist durch eine Abschnürung und einen Absatz an der unteren Seite vom Körper des Knochens abgegrenzt, hat eine dem supernumerären Knöchelchen ähnliche pyramidale Gestalt, ist an der Spitze abgerundet und zeigt wie dieses an seinen drei freien Seiten 1 rauhe Fläche und 3 Gelenkflächen. Die hintere rauhe Fläche hilft die Rückenfläche des Multangulum minus vergrössern, entspricht der hinteren Fläche des supernumerären Knöchelchens; die vordere abgerundete dreieckige Gelenkfläche (η) entspricht der ulnaren Gelenkfläche des supernumerären Knöchelchens. Die untere Gelenkfläche ist durch eine sehr entwickelte überknorpelt gewesene Kante in eine grosse halbovale gerade abwärts sehende ulnare Facette (ϑ), welche der unteren Gelenkfläche des supernumerären Knöchelchens, und in eine kleine, parallelogrammförmige, radial- und etwas abwärts sehende radiale Facette (ι), die der radialen Gelenkfläche des supernumerären Knöchelchens gleicht, geschieden. Der anomale Fortsatz, welcher den Gelenkflächen des supernumerären Knöchelchens analoge Gelenkflächen aufweiset, scheint daher am Capitatum, am Metacarpale II und Metacarpale III, welches letztere, wie zu vermuthen, keinen Processus styloideus hatte, und zwar an denselben Stellen derselben wie das supernumeräre Knöchelchen articulirt zu haben. Ob dieses Multangulum minus aus einem Knochenkerne oder aus zwei Knochen-

kernen sich entwickelt hatte, kann allerdings mit völliger Sicherheit nicht angegeben werden; aber es muss letzteres (Ossification von zwei Knochenkernen aus) vermuthet werden, weil das Multangulum minus der Norm nur von einem Knochenkerne aus ossificirt. Hatte es sich aus einem Knochenkerne entwickelt, so ist der Fortsatz eine Apophyse; hatte es sich aber aus zwei Knochenkernen entwickelt, so ist der Fortsatz eine Apophyse epiphysäre und in diesem letzteren Falle in einer früheren Periode, wie unser supernumeräres Knöchelchen jetzt noch, vom Körper des Knochens, welcher dem Multangulum minus der Norm gleich ist, durch eine hyalin-knorplige Synchondrose geschieden gewesen. Ist dem so, wie kaum zu bezweifeln, so kann im Falle des Mangels des Processus styloideus am Metacarpale III, dieser durch einen anomalen Fortsatz des Multangulum minus substituirt werden. Dieser anomale Fortsatz erscheint zuerst als Epiphyse. Er bleibt anomaler Weise, wie in unserem Falle, lange oder vielleicht zeitlebens Epiphyse; oder wird später, in Folge von Verknöcherung der knorpligen Synchondrose, eine Apophyse. Macerirt man im ersteren Falle das Scelet, so kommt in der zweiten Reihe des Carpus ein isolirtes Knöchelchen zum Vorschein. Dieses Knöchelchen würde auch am nicht macerirten Scelete gelenkig isolirt, also wirklich selbstständig, erscheinen, wenn es ganz selbstständig schon knorplig präformirt gewesen wäre, was noch nicht beobachtet worden ist, oder wenn in der knorpligen Synchondrose, durch die es dem Multangulum minus ganz oder fast unbeweglich anhängt, anomaler Weise ein Gelenk aufgetreten wäre, was zwar auch nicht beobachtet worden ist, aber, nach Beobachtungen des Auftretens mancher Epiphysen als selbstständige Knochen, durch Vorkommen von anomalen Gelenken in Sychondrosen, an anderen Orten des Scelets zu schliessen, nicht unmöglich ist. Ist das supernumeräre Knöchelchen im Carpus unseres Falles eine Epiphyse, so kann man zwar vom Zerfallen eines zum Ersatze des mangelnden Processus styloideus des Metacarpale III anomal vergrösserten Multangulum minus, nicht aber vom Zerfallen des Multangulum minus der Norm sprechen.

Seltenheit des Vorkommens. Dieses supernumeräre Knöchelchen in der zweiten Reihe des Carpus scheint, meines Wissens, ausser mir nur noch in einem Falle beobachtet worden zu sein. Es beschrieb nämlich vor 144 Jahren J. Saltzmann[1]) einen supernumerären Knochen am Carpus des Menschen mit folgenden Worten: „Nuperrime rarius quoddam in ossium carpi numero, inter trapezium et maximum ita dictum os, ubi phalangi primae et secundae metacarpi jungitur et tendo extensoris communis inseritur, deprehendi et adhuc in naturali situ conservo." — Wenn man annimmt, dass Saltzmann nach M. Lyser[2]) die Handwurzelknochen benannt und unter Trapezium und Maximum das Multangulum minus und Capitatum verstanden, das Metacarpale I zu den Fingerphalangen gezählt und daher mit seiner Phalanx I und II metacarpi unser Metacarpale II und III gemeint habe; so ist mit grosser Wahrscheinlichkeit zu vermuthen, dass das Saltzmann'sche Knöchelchen, über dessen eigentliche Bedeutung man bis jetzt im Unklaren war, unser supernumeräres Knöchelchen des Carpus gewesen sei. Aus der kurzen Angabe Saltzmann's, in der man nur über die Lage des Knöchelchens und nicht einmal darüber Alles erfährt, kann allerdings nicht ausgemittelt werden, ob das supernumeräre Knöchelchen seines Falles eine Epiphyse des Multangulum minus oder ein selbstständiges Knöchelchen durch Auftreten eines anomalen Gelenkes in der Synchondrose zwischen beiden, gewesen war; aber es kann gegen J. Fr. Meckel[3]) u. A. behauptet werden, dass es, wie das supernumeräre Knöchelchen unseres Falles, durch Zerfallen des Multangulum minus der Norm nicht entstanden und ein Analogon des Intermedium der Säugethiere nicht gewesen sein konnte.

---

1) Decas observ. anat. — Obs. III. Argentorati. 1725. (Diss. ab H. A. Nicolai). — Alb. Haller. Disp. anat. select. Vol. VI. Göttingae 1751. p. 691.

2) Culter anat. (1653) a Thom. Bartholino edit. II. Hafniae 1665. 8° Lib. V. Cap. II. p. 128.

3) Handb. d. menschl. Anatomie. Bd. 2. Halle u. Berlin 1816. S. 220.

Ausser 1 Falle, welcher Saltzmann höchst wahrscheinlich vorgekommen war, ausser 1 Falle, den E. Sandifort[1]) gesehen aber nicht beschrieben hatte, und ausser den von mir beobachteten und beschriebenen 3 Fällen ist noch 1 Fall mit 9 Handwurzelknochen beim Menschen R. W. Smith[2]) bei einem jungen Frauenzimmer, das mit congenitaler Luxation des Carpus einer Seite (welcher?) auf die Volarfläche des Vorderarmknochens behaftet war, vorgekommen. In der ersten Reihe des Carpus fanden sich, in Folge völliger Trennung des Lunatum in eine vordere und hintere Portion, 5 Knochen statt 4 Knochen vor. Die hintere Portion des Lunatum, welche der überzählige Knochen zu sein schien (unrichtig), hatte 5 mit Knorpel bedeckte, glatte Gelenkflächen, die mit dem Naviculare, dem Triquetrum, dem Capitatum, der vorderen Portion des Lunatum, die für das normale Lunatum genommen wurde (unrichtig), und mit dem Radius, $^3/_4$ Zoll oberhalb seines unteren Endes, in einer anomalen, tiefen Aushöhlung seiner Volarfläche articulirte.

Wenn man den von E. Sandifort angeblich beobachteten, aber nicht beschriebenen Fall abrechnet, so sind somit bis jetzt 9 Handwurzelknochen beim Menschen 5 Mal (1 Mal von Saltzmann, ? 1 Mal von Smith und 3 Mal von Gruber) beobachtet worden. Sie kamen 3 Mal an wohlgebildeten Extremitäten (Gruber), 1 Mal an einer missgebildeten Extremität (Smith) und 1 Mal an einer (?) Extremität (Saltzmann) vor. Sie wurden bei beiden Geschlechtern und zwar 2 Mal bei Männern (Gruber, 2. u. 3. Fall), 2 Mal bei Weibern (Smith, Gruber, 1. Fall), 1 Mal bei (?) (Saltzmann) und immer einseitig und zwar 1 Mal an der rechten Hand (Gruber, 1. Fall), 2 Mal an der linken Hand (Gruber, 2. u. 3. Fall) und 2 Mal an einer (?) Hand (Saltzmann, Smith) angetroffen. 5 Knochen in der ersten Reihe des Carpus waren

1) Observ. anat.-pathol. Lugd. Batav. 1779. Cap. X. p. 136.

2) Treatise on Fractures and Dislocations. Dublin 1847. p. 252. (Steht mir nicht zur Verfügung, aber bei E. Gurlt. — Beitr. zur vergleich. pathol. Anat. d. Gelenkkrankheiten. Berlin 1853. S. 364. Humphry. — A Treatise on the human Sceleton. Cambridge 1858. 8°. p. 397. Note 2).

2 Mal (Smith, Gruber, 1. Fall); 5 Knochen in der zweiten Reihe waren 2 Mal (Saltzmann, ? Gruber, 3. Fall); und ein überzähliges Knöchelchen zwischen der ersten und zweiten Reihe im Centrum des Carpus war 1 Mal (Gruber, 2. Fall) zugegen. 9 Handwurzelknochen waren 4 Mal durch Zerfallen eines der Knochen des Carpus in zwei Stücken (Saltzmann, Smith, Gruber, 1. u. 3. Fall) und zwar 1 Mal (Gruber, 1. Fall) durch Zerfallen des Naviculare in das N. secundarium laterale s. radiale und in das N. secundarium mediale s. ulnare; 1 Mal durch Zerfallen des Lunatum in das L. secundarium laterale s. anterius und in das L. secundarium mediale s. posterius (Smith): 2 Mal durch Zerfallen des zum Ersatze des mangelnden Processus styloideus des Metacarpale III anomal vergrösserten Multangulum minus (nicht das Multangulum minus der Norm) in einen dem Multangulum minus entsprechenden Knochen und in eine persistirende Epiphyse desselben (supernumeräres Knöchelchen am Scelete) (Saltzmann, ? Gruber, 3. Fall); nur 1 Mal durch Hinzukommen eines wirklich supernumerären und dem Intermedium der Säugethiere analogen Knöchelchens (Gruber, 2. Fall) aufgetreten. 3 Mal war im Carpus neben den den 8 gewöhnlichen Knochen der Norm entsprechenden Knochenstücken ein wirklich überzähliges 9. Knochenstück (Saltzmann, ? Gruber, 2. u. 3. Fall), 2 Mal in demselben neben nur 7 den Knochen der Norm gleichen Knochenstücken zwei Knochenstücke zugegen, welche zusammen den 8. Knochen der Norm und zwar: 1 Mal das Naviculare (Gruber, 1. Fall), 1 Mal das Lunatum (Smith) substituirten.

Erklärung der Abbildungen.

A. **Knochen des Carpus und Metacarpus eines Mannes mit 9 Knochen im Carpus.**

Fig. 1.

Carpus und Metacarpus. (Ansicht von der Rückenseite).

1. Os naviculare.
2. „ lunatum.

3. Os triquetrum.
4. „ pisiforme.
5. „ multangulum majus.
6. „ „ minus.
7. „ capitatum.
8. „ hamatum.
9. Ossiculum supernumerarium carpi.
10. Os metacarpale I.
11. „ „ II.
12. „ „ III mit Mangel des Processus styloideus an seiner Basis.
13. „ „ IV.
14. „ „ V.

Fig. 2.

Os pisiforme. (Ansicht von der ulnaren und hinteren Seite).
a. Körper.
b. Anomaler Processus.
α. Gelenkfläche des Körpers zur Articulation mit dem O. triquetrum.
β. Gelenkfläche am Ende des Processus zur Articulation mit dem Hamulus des O. hamatum.

Fig. 3.

Os multangulum minus. (Ansicht von der Brachial-, Ulnar- und Volarseite).
a. Gelenkfläche der Superficies ulnaris.
b. Dreieckige, rauhe Stelle derselben.
c. Beträchtlich vertiefte Fläche an dem ulnaren Ende seiner Dorsalportion zur Verbindung mit dem Ossiculum supernumerarium carpi durch Synchondrose.

Fig. 4.

Os hamatum. (Ansicht von der Ulnarseite).
a. Körper.
b. Hamulus.
α. Gelenkfläche des Körpers zur Articulation mit dem O. lunatum und O. triquetrum.
β. Gelenkfläche auf einem anomalen Vorsprunge des Hamulus zur Articulation mit dem anomalen Processus des O. pisiforme.
γ. Tiefe rauhe Rinne am Hamulus.

Fig. 5.

Ossiculum supernumerarium carpi. (Ansicht von vorn).
a. superficies radialis.

α. Rauhe poröse Stelle zur Verbindung mit dem Multangulum minus durch Synchondrose.

β. Gelenkfläche zur Articulation mit dem ulnaren Kamme der Basis des Metacarpale II.

b. S. ulnaris.

γ. Rauhe Fläche derselben.

δ. Gelenkfläche derselben zur Articulation mit dem O. capitatum.

c. Gelenkfläche der S. inferior zur Articulation mit der Basis des Metacarpale III.

Fig. 6.

Os triquetrum, Os pisiforme und Os hamatum in Verbindung.

1. Os triquetrum.

2. „ pisiforme.

3. „ hamatum.

a. Anomaler Processus des Os pisiforme.

b. Hamulus des Os hamatum.

α. Gelenk zwischen O. triquetrum und O. pisiforme.

β. Gelenk zwischen O. triquetrum und dem Körper des O. hamatum.

γ. Gelenk zwischen dem anomalen Processus des O. pisiforme und dem Hamulus des O. hamatum.

Fig. 7.

Die vier medialen Metacarpalia in Verbindung. (Ansicht von der Brachial- und Dorsalseite ihrer Bases).

1. Os metacarpale II.

2. „ „ III mit Mangel des Processus styloideus an seiner Basis.

3. „ „ IV.

4. „ „ V.

α. Anomale Facette der Gelenkfläche am ulnaren Kamme der S. brachialis der Basis des O. Metacarpale II.

β. Anomale Facette am hinteren Radialwinkel der Gelenkfläche der S. brachialis an der Basis des O. metacarpale III.

γ. Anomale radiale Facette der Gelenkfläche der S. brachialis der Basis des O. metacarpale IV.

δ. Dreieckige rauhe Stelle an der S. brachialis der Basis des O. metacarpale IV.

B. Os multangulum minus mit einem anomalen Processus am ulnaren Ende seiner Dorsalportion von einer rechten Hand.

Fig. 8.

Dasselbe. (Ansicht von der Brachial- und Dorsalseite).

Fig. 9.

Dasselbe. (Ansicht von der Ulnar- und Digitalseite).

Bezeichnung für Fig. 8 u. 9.

a. Körper.

b. Anomaler Processus.

- α. Dorsalfläche des Knochens.
- β. Gelenkfläche der S. brachialis ⎫
- γ. „ „ S. radialis ⎬ des Körpers.
- δ. „ „ S. ulnaris ⎪
- ε. „ „ S. digitalis ⎭
- ζ. Volarfläche.
- η. Vordere Gelenkfläche ⎫
- ϑ. Ulnare Facette ⎧ der unteren ⎬ des anomalen Processus.
- ι. Radiale „ ⎩ Gelenkfläche ⎭

St. Petersburg, $\frac{4.}{16.}$ März 1869.

Vorkommen des Processus styloideus des Metacarpale III als persistirende und ein neuntes Handwurzelknöchelchen repräsentirende Epiphyse.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

(Hierzu Tafel X. B.)

In dem Aufsatze,[1]) in welchem ich die Beobachtung des Mangels des Processus styloideus des Metacarpale III, seines Ersatzes durch einen anomalen Fortsatz des vergrösserten Multangulum minus und des Auftretens dieses Fortsatzes als besonderes Knochenstück (Epiphyse), welches ein neuntes Handwurzelknöchelchen darstellt, mittheilte, sprach ich die Vermuthung der Möglichkeit des Vorkommens des Processus styloideus des Metacarpale III selbst als besonderes Knochenstück und in diesem Falle auch wie ein neuntes Handwurzelknöchelchen aus.

Meine Vermuthung sollte bald zur Gewissheit werden. Bei der nochmaligen Durchsicht der Scelete aus der Maceration vom Jahre $18\frac{67}{68}$, welche ich wegen gewisser Besonderheiten zur

1) W. Gruber, „Ueber ein neuntes Handwurzelknöchelchen beim Menschen mit der Bedeutung einer persistirenden Epiphyse des zum Ersatze des mangelnden Processus styloideus des Metacarpale III anomal vergrösserten Multangulum minus." — Dieses Archiv 1869.

Aufstellung in meiner Sammlung bestimmt hatte, wurde der Processus styloideus des Metacarpale III der linken Hand des Sceletes von einem 43 Jahre alten Manne als Epiphyse bemerkt, die wie ein neuntes Knöchelchen zur Zusammensetzung des Carpus beiträgt. (Fig. 1, 2, 3, 4).

Der Schädel ist normal. Die Wirbelformel ist: C 7, D 12, L 5, S 5, Cx 4. Das Foramen transversarium des 5. und 6. Halswirbels ist beiderseits, das des 7. Halswirbels linkerseits durch eine schmale ganz dünne Spange doppelt. Das hintere Foramen ist ganz klein. Der letzte Lendenwirbel besteht aus zwei Knochenstücken. Das hintere Stück davon stellen der hintere Abschnitt des Bogens und die Processus obliqui inferiores dar, welches sowohl mit dem vorderen Stücke als auch mit dem Kreuzbeine articulirt. Die übrigen Wirbel sind normal. Das Brustbein und die 12 Brustrippenpaare haben nichts Abweichendes an sich. Die Knochen der rechten oberen Extremität und der beiden unteren Extremitäten verhalten sich gewöhnlich. Dasselbe gilt auch von den allermeisten Knochen der linken oberen Extremität. Nur das Metacarpale III durch das Vorkommen seines Processus styloideus als persistirende Epiphyse, dann das Capitatum und das Metacarpale IV durch einige Besonderheiten, die an denselben Knochen jedoch auch in anderen Fällen vorkommen können, machen eine Ausnahme.

Das Capitatum der linken Hand weiset an der Gelenkfläche seiner Superficies digitalis 4 Facetten auf, 2 radiale und 2 ulnare. Die vordere radiale Facette ist lang, schmal, spatelförmig und articulirt am ulnaren Kamme der Gelenkfläche der S. brachialis der Basis des Metacarpale II. Die hintere radiale Facette ist klein dreieckig und articulirt an der vorderen Gelenkfläche (vorderen oberen Fläche) der den Processus styloideus des Metacarpale III vertretenden Epiphyse. Die vordere ulnare Facette ist sehr gross, vierseitig und articulirt an der Gelenkfläche der S. brachialis der Basis des Metacarpale III. Die hintere ulnare Facette ist ganz klein, rundlich und articulirt an der kleinen radialen Gelenkfläche am hinteren Radialwinkel der S. brachialis des Metacarpale IV.

Am Metacarpale III der linken Hand (No. 12) persistirt der Processus styloideus als Epiphyse (No. 9). Die Epiphyse sitzt mit den unteren zwei Dritteln ihrer vorderen Seite an den radialen zwei Dritteln der Dorsalfläche der Basis des Knochens an einer viereckigen 7 Mill. hohen, 9 Mill. breiten und bis 3 Mill. vertieften, feinzackigen Stelle (ε), mit dem oberen Drittel überragt sie wie der Processus gewöhnlicher Fälle die S. brachialis der Basis des Knochens (Fig. 2, 3). Sie ist zwischen das Multangulum minus, Capitatum, Metacarpale II und Metacarpale III wie ein neuntes Knöchelchen des Carpus eingeschoben (Fig. 1). Die Epiphyse hat die Gestalt eines niedrigen Tetraeders mit einer hinteren, vorderen oberen, vorderen unteren und radialen Fläche. Die hintere, vordere obere und radiale Fläche entsprechen den 3 Flächen des Processus styloideus gewöhnlicher Fälle. Die hintere Fläche (α) ist unregelmässig vierseitig, rauh, convex. Sie vergrössert die Dorsalfläche der Basis des Metacarpale III. Die vordere untere Fläche (γ) ist unregelmässig vierseitig, uneben, feinzackig. Sie ist eine Verbindungsfläche mit dem Metacarpale III. Die vordere obere Fläche (β) ist eine dreieckige Gelenkfläche, welche wie die analoge Gelenkfläche am Processus styloideus gewöhnlicher Fälle die Gelenkfläche der S. brachialis der Basis des Metacarpale III nach hinten vergrössert und an der hinteren radialen Facette der Gelenkfläche der S. digitalis des Capitatum articulirt. Die radiale Fläche (δ) ist eine dreieckige Gelenkfläche, welche wie die analoge Gelenkfläche am Processus styloideus gewöhnlicher Fälle die hintere Abtheilung der Gelenkfläche der S. radialis der Basis des Metacarpale III vergrössern hilft und an einer Facette der hinteren Abtheilung der Gelenkfläche der S. ulnaris der Basis des Metacarpale II articulirt. Die Epiphyse war, wie zu vermuthen, durch Synchondrose mit dem Metacarpale III, durch Gelenkkapseln mit dem Capitatum und Metacarpale II und durch ein Ligament mit dem Multangulum minus verbunden. Unter dieselbe musste sich der Musculus radialis externus brevis an die Basis des Metacarpale III inserirt haben. Auf derselben wird die von

mir[1]) als in der Mehrzahl der Fälle ($^3/_5$) vorkommend nachgewiesene Bursa mucosa dieses Muskels gelagert gewesen sein müssen, falls sie vorhanden gewesen war. Die S. ulnaris der Basis des Metacarpale III besitzt nicht zwei Gelenkflächen wie gewöhnlich, sondern nur eine, die hintere.

Das Metacarpale IV (No. 13) der linken Hand hat an der S. brachialis seiner Basis statt einer Gelenkfläche zwei, wovon die ganz kleine, rundliche, am hinteren Radialwinkel sitzende radiale Gelenkfläche (ζ) an der hinteren ulnaren Facette der Gelenkfläche der S. digitalis des Capitatum, die grosse, vierseitige ulnare Gelenkfläche (η) an der radialen Facette der Gelenkfläche der S digitalis des Hamatum articulirt. Die S. radialis der Basis besitzt statt zweier Gelenkflächen nur eine, die hintere, welche an der einfachen Gelenkfläche der S. ulnaris der Basis des Metacarpale III articulirt.

J. Cruveilhier[2]) hatte in einigen seltenen Fällen auch in den Basen der vier medialen Metacarpalia besondere Knochenkerne auftreten gesehen. Unser Fall beweiset, dass ganz ausnahmsweise sogar der Processus styloideus der Basis des Metacarpale III allein von einem besonderen Knochenkerne aus ossificiren könne. Die dadurch entstandene Epiphyse hatte bis in's 43. Lebensjahr persistirt und würde wahrscheinlich auch noch im höheren Alter persistirt haben. In der Synchondrose zwischen der Epiphyse nnd dem Metacarpale III hätte sich leicht ein anomales Gelenk bilden können. Das Auftreten gelenkiger Verbindungen gewisser als besondere Knochenstücke persistirender Epiphysen an anderen Stellen des Sceletes lässt die Vermuthung dieser Möglichkeit zu. Wäre eine gelenkige Verbindung mit dem Metacarpale III eingetreten, dann würde die Epiphyse, welche schon in ihrer Verbindung mit dem Metacarpale III durch Synchondrose, vermöge ihrer Lage, wie ein supernumeräres Stück der zweiten Reihe des Carpus am

---

1) Monographie d. Bursae mucosae cubitales. — Mém. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Petersbourg. Sér. VII. Tom. X. No. 7. Besond. Abdr. St. Petersburg, Riga u. Leipzig 1866. 4. S. 13. Note

2) Traité d'anat. descr. 3. édit. Tom I. Paris 1851. p. 276.

Scelete aussieht, ein an dem Capitatum, Metacarpale II und Metacarpale III articulirendes, wirkliches neuntes Handwurzelknöchelchen repräsentirt haben.

Das von J. Saltzmann[1]) gefundene und nur in grosser Kürze erwähnte neunte Handwurzelknöchelchen konnte die Bedeutung des Knöchelchens dieses Falles haben, falls es die Bedeutung eines durch Zerfallen des zum Ersatze des mangelnden Processus styloideus des Metacarpale III anomal vergrösserten Multangulum minus entstandenen Stückes nicht gehabt haben sollte.

Das Vorkommen von neun Handwurzelknöchelchen ist somit: durch Zerfallen des Naviculare (Gruber) oder des Lunatum (Smith) in zwei Stücke; durch Auftreten eines dem Intermedium der Säugethiere analogen supernumerären Knöchelchens (Gruber) bewiesen; durch Zerfallen des zum Ersatze des mangelnden Processus styloideus des Metacarpale III anomal vergrösserten Multangulum minus in zwei Stücke (Saltzmann, ? Gruber) und durch anomales Auftreten und Persistenz des Processus styloideus des Metacarpale III als Epiphyse (Saltzmann, ? Gruber) wenigstens als möglich zu vermuthen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Handwurzel und Mittelhand der linken Hand eines 43jährigen Mannes. (Ansicht von der Dorsalseite).

Fig. 2. Obere Stücke der vier medialen Metacarpalia in Verbindung bei etwas abwärts gerückter Basis des Metacarpale V. (Ansicht der Bases von oben und von vorn).

Fig. 3. Obere Stücke des Metacarpale III und IV in Verbindung. (Ansicht der Bases von oben und von vorn).

Fig. 4. Der als persistirende Epiphyse vorkommende Processus styloideus des Metacarpale III (a) (Ansicht von vorn), und des letzteren oberes Stück (b). (Ansicht von hinten. — Isolirt).

Bezeichnung für alle Figuren.

1. Os naviculare.

2. „ lunatum.

---

1) Decas observ. anat. — Observ. III Argentorati 1725. (Diss. ab H. A. Nicolai). — Alb. Haller, Disp. anat select. Vol. VI. Goettingae 1751. p. 691.

3. Os triquetrum.
4. „ pisiforme.
5. „ Multangulum majus.
6. „ „ minus.
7. „ capitatum.
8. „ hamatum.
9. Als persistirende Epiphyse vorkommender und ein neuntes Handwurzelknöchelchen repräsentirender Processus styloideus des Metacarpale III.
10. Os metacarpale I.
11. „ „ II.
12. „ „ III.
13. „ „ IV.
14. „ „ V.

α. Hintere Fläche, β. Vordere obere Fläche (Gelenkfläche, γ. Vordere untere Fläche, δ. Radiale Fläche (Gelenkfläche,	des als persistirende Epiphyse vorkommenden und ein neuntes Handwurzelknöchelchen repräsentirenden Process. styloideus des Metacarpale III.

ε. Zackige Fläche der Basis des Metacarpale III zur Verbindung mit dem als persistirende Epiphyse vorkommenden und ein neuntes Handwurzelknöchelchen repräsentirenden Processus styloideus des Metacarpale III.
ζ. Radiale Gelenkfläche der Superficies brachialis der Basis des Metacarpale IV.
η. Ulnare Gelenkfläche derselben.

St. Petersburg, 24. März / 5. April 1869.

Abnorme Muskelbündel der Achselhöhle.

Von

Dr. Gustav Fritsch.

(Hierzu Tafel VIII. A.)

Im December verflossenen Jahres wurde auf der königl. Anatomie zu Berlin ein abnormer Muskel der Achselhöhle beobachtet, welcher der Reihe von bereits beschriebenen eine neue Varietät anfügt. Da dieselbe ein sehr auffallendes Verhalten zeigte und wohl geeignet erscheint auf gewissse streitige Punkte über den Bau der Achselhöhle einiges Licht zu werfen, so hielt Verfasser es für geeignet sie zu veröffentlichen.

Die Abnormität fand sich an der Leiche eines mittelgrossen, mässig muskulösen Mannes im Alter von etwa 25 Jahren († durch Selbstmord).

In der Achselhöhle der rechten Seite zeigte sich ein unnormaler Muskel, welcher in drei Bündel getrennt war: Das eine derselben (Taf. VIII A. *a*) entsprach im wesentlichen der am häufigsten vorkommenden, hierhergehörigen Varietät. Es stellte ein plattes Fascikel dar von 7 Cm. Länge, 1,5 Cm. Breite und 0,5 Cm. Dicke, welches am scharfen Rande des M. latissimus dorsi, wo derselbe sich in die hintere Fläche verliert, etwa

5 Cm. unterhalb der Insertion seinen Ursprung nahm. Der Muskel zog sich nach aussen und oben über den M. coracobrachialis hinweg, um sich in der Furche zwischen dem Caput breve bicipitis und dem coracobrachialis leicht verbreitert mit der vom Processus herabsteigenden Fascie zu verbinden. Ein Hinüberziehen des sehnigen Endes über den Biceps zur Sehne des Pectoralis major und ein Verwachsen mit demselben, wie es meistens beobachtet wurde, war nicht nachzuweisen.

Ueber dieser Stelle, durch die kurze Endsehne innig mit dem eben beschriebenen verwachsen inserirte sich ein zweites Bündel (Taf. VIII A. *c*), welches als schwacher höchstens 0,7 Cm. breiter Streifen in zwei Fascikeln 3 Cm. von einander entfernt auf der 5. Zacke des M. serratus anticus gerade in der Mitte zwischen M. pectoralis major und latissimus dorsi seinen Ursprung nahm, indem sich die Fasern mit einer dünnen strahlig ausgebreiteten Aponeurose an die Muskelfascie anhefteten, Die Dicke dieses Bündels betrug 0,2 — 0,3 Cm., an seiner Verwachsungsstelle mit der Fascia coracobrachialis verbreiterte sich die Sehne nach oben zu auslaufend.

Das dritte Bündel endlich (Taf. VIII A. *b*) entsprang an derselben Stelle wie das ersterwähnte, nur durch eine Inscriptio tendinea getrennt, nach unten zu sich in kurzem Bogen mit der Latissimussehne verbindend und zog sich, quer über das zu zweiterwähnte hinwegstreichend, in horizontaler Richtung nach vorn, um sich unterhalb des Randes des Pectoralis in das oberflächliche Blatt der Fascia axillaris zu inseriren.

Die Aponeurose, in welche die Muskelfasern übergingen, breitete sich fächerförmig auf der genannten Fascie aus. An der Stelle wo sie das Fascikel c kreuzten waren dieselben durch straffes Bindegewebe angeheftet. Die Stärke des zuletzt beschriebenen Bündels erwies sich nur wenig geringer als die des ersten, es zeigte eine Länge von 5 Cm., eine Breite von 1,5 Cm., eine Dicke von 0,3 Cm. Bei der Präparation wurde es mit dem Hautlappen der Achselgrube zurückgeschlagen.

Auf der linken Seite war das Verhalten der Achselhöhle

normal, es fanden sich aber mehrfache Abweichungen in der Muskulatur des Halses und Rückens, durch das Erscheinen von abnorm verlaufenden Fascikeln.

Die im vorliegenden Falle beobachtete Anordnung scheint neu zu sein und ist besonders deshalb von Interesse, weil sie unbestreitbar zeigt, dass Muskelbündel vorkommen, welche sich mit dem oberflächlichen Blatt der Fascia axillaris verbinden, welches Vorkommen von Elsässer[1]) in seiner Dissertation über die Anatomie der Achselgegend geleugnet wird.

Es ist dies ein Hauptbeweismittel für ihn um gegen Hyrtl[2]) und Langer aufzutreten, welche angaben, dass die abnormen Muskelbündel der Achselhöhle im Dienste der Achselfascie ständen.

In wie weit der von Langer beschriebene und von Hyrtl acceptirte Achsel- und Armbogen präformirte anatomische Gebilde sind, oder auf der Kunst des Präparirenden beruhen, möchte ich dahingestellt sein lassen, sicher erscheint mir aber im Hinblick auf den vorliegenden Fall, dass Hyrtl Recht hat, wenn er einem Theil der Costalursprünge des Latissimus und den abnorm vorkommenden Muskeln der Achselhöhle eine spannende Einwirkung auf die Fascia axillaris zuspricht.

Auch Henle beschreibt ein solches Verhalten bestimmter Fasern des M. latissimus als Varietät. Er sah häufig die von den untersten Rippen kommenden Fasern als gesondertes Bündel abirren und sich, anstatt mit der Hauptsehne zu verschmelzen, an den die Armgefässe überbrückenden Theil der Fascia axillaris (Langers Achselbogen) inseriren.[3])

Das von der Seitenwand des Thorax heraufsteigende Fascikel (c) des vorliegenden Falles bietet wohl mit der Henle'schen Varietät noch die meisten Analogien, doch erscheint der Ur-

1) Die Anatomie der Achselgegend des Menschen. pag. 27.

2) Hyrtl, Topograph. Anat. II. pag. 297.

3) Henle, Anatomie des Menschen, Muskellehre. pag. 30.

sprung von den Rippen her nach oben verschoben und die Insertion findet sich statt am Achselbogen an der Fascia coracobrachialis. Es musste bei seiner Contraction also, da diese Verbindung fest und unnachgiebig ist, den Theil der Fascie, welchen Gerdy als Lig. suspensorium axillae beschrieben hat, in seiner hebenden Wirkung auf den Boden der Achselhöhle unterstützen, da es zugleich innig an das Bündel b angeheftet war.

Dieser Theil des Muskels, in horizontaler Richtung quer durch den Boden der Achselhöhle nach vorn laufend und fest mit dem vorigen durch Bindegewebe vereinigt, hemmte aber auch die übermässige Wirkung desselben und verhinderte jedenfalls das zu starke Einsinken der Haut, indem er gleichzeitig die Fascia pectoralis anspannte.

Für das dritte Bündel (a) endlich, das am häufigsten auftretende, schliesse ich mich im vorliegenden Falle, wo es sich an der Uebergangsstelle der Fascia coraco-clavicularis in die Fascia brachialis inserirte, entschieden auch der Auffassung von Hyrtl und Langer an, welche ihm eine abziehende den Druck vermindernde Wirkung auf die Gefässe und Nerven der Achsel zusprechen. (a. a. O. pag. 297).

Ob in den Fällen, wo die Hauptbefestigung hinüber führt zu der Sehne des Pectoralis major, ein solcher Muskel in der That comprimirend auf die genannten Organe wirken kann, wie Malgaigne und nach ihm Elsässer (a. a. O. pag. 28) behauptet haben, erscheint mehr als zweifelhaft, da am Lebenden eine so starke Elevation bei gleichzeitiger Rotation des Armes nach aussen, dass die Wirkungslinie des Muskels eine Concavität zum Gefäss- und Nervenbündel darstellte, kaum auszuführen ist. Indem die Fasern ihren Ursprung vom sehnigen, resistenten Rande des Latissimus nehmen, kann die Contraction des letztgenannten Muskels unmöglich die Ursprungsstelle weiter nach oben verlegen, wie Elsässer angiebt.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass das Verhalten der Muskelbündel im eben beschriebenen Falle mehr die Vorstellung erweckte, dass selbstständige Fascikel in der Achselhöhle

vorlagen als nur abgetrennte. Denn wenn auch der lang herablaufende Streifen durch den Parallelismus seiner in zwei Fascikel auslaufenden Fasern theils mit dem Pectoralis theils mit dem Latissimus als dem einen oder anderen Muskel zugehörig angesprochen werden darf, so kann man dies kaum von dem Bündel b behaupten, welches vollständig quere Richtung zu den genannten Muskeln zeigte und eine so abweichende Insertion hatte.

Erklärung der Abbildung.

a. Abnormes Muskelbündel. *b.* Desgl. *c.* Desgl. *d.* M. latissimus dorsi. *e.* M. biceps. *f.* M. coracobrachialis. *g.* M. pectoralis major. *h.* M. teres major. *i.* M. subscapularis. *k.* M. serratus anticus. *l.* Hautlappen.

Ueber den Aquaeductus vestibuli bei Katzen und Menschen.

Von

Prof. A. Boettcher,
in Dorpat.

(Hierzu Tafel VIII. C.)

In einer Abhandlung, die demnächst in den Verhandlungen der Leopoldino-Carolinischen Akademie Band 35 erscheinen wird, habe ich auf entwicklungsgeschichtlichem Wege den Nachweis geliefert, dass der Aquaeductus vestibuli, dessen erste Anlage zuerst von Reissner beim Hühnchen als Recessus labyrinthi beschrieben worden ist, bei Säugethieren nicht zu Grunde geht, wie noch Kölliker[1]) anzunehmen veranlasst war, sondern weiter auswächst und sich während des ganzen Lebens als ein epithelialer Canal erhält, welcher eine Verbindung der beiden Vorhofssäckchen vermittelt. Es ist dort auch ganz im Allgemeinen das Verhalten dieses Theils bei erwachsenen Katzen beschrieben worden. Die grosse Bedeutung jenes Canals als eines wesentlichen Bestandtheils des Labyrinths, welcher direct aus der primitiven Ohrblase hervorwächst, macht aber eine detaillirtere Kenntniss desselben namentlich auch für das Gehörorgan des Menschen wünschenswerth. Dieses veranlasst mich zu den folgenden nachträglichen Mittheilungen, welche eine Ergänzung der in oben erwähnter Schrift niedergelegten Angaben enthalten.

Entwicklungsgeschichte S. 308.

Die Untersuchungsmethode, welche ich angewandt habe, war folgende. Das Felsenbein wurde gleich nach seiner Entfernung aus dem Körper in Salzsäure von 10 Proc. entkalkt, dann 8—10 Tage mit Müller'scher Flüssigkeit behandelt und endlich für einige Tage in Alkohol von 80 Proc. gelegt. Hiernach ist dasselbe hinreichend vorbereitet. Es wurde nun in der Richtung des Aquaeductus vestibuli, so weit sich dessen Grenzen erstrecken, mit dem Rasirmesser in dünne Schnitte zerlegt, die aufeinanderfolgenden Präparate nummerirt, jedes derselben für sich auf dem Objectträger gefärbt und dann in Dammarlack oder Canadabalsam eingeschlossen.

Als Färbemittel ist besonders das salpetersaure Rosanilin zu empfehlen. Ich lasse den mikroskopischen Schnitt in einer diluirten wässrigen, mit Glycerin versetzten Lösung desselben 24 Stunden liegen und spüle ihn dann mit Wasser ab. Er erscheint jetzt, wenn er gut gefärbt ist, gleichmässig roth. Hierauf wird er für einige Minuten in Alkohol gelegt, an welchen sofort ein Theil des Farbstoffs abgegeben wird. Der Schnitt wird dabei heller und heller und erscheint schliesslich nur an bestimmten Stellen stärker gefärbt. Zu diesen gehört der Aquaeductus vestibuli, welcher als hell violetter Streif durch die fast gänzlich entfärbte Knochensubstanz hinzieht. In letzterer halten nur die Kerne der Knochenkörperchen und der Gefässe den Farbstoff fest, während der Aquaeductus vestibuli durch die dicht stehenden stark gefärbten Kerne des Epithels so scharf hervortritt. Es gehört allerdings eine gewisse Uebung dazu um den richtigen Grad der Färbung zu treffen, da diese zu blass oder zu dunkel ausfallen kann und dann entweder das Epithel des Aquaeductus vestibuli weniger schön sich präsentirt, oder wenn der Farbstoff aus der Grundsubstanz des Knochens sich nicht mehr entfernen lässt, nicht so deutlich von diesem schon mit blossem Auge zu unterscheiden ist. Das sind indessen Uebelstände, die blos der Schönheit der Präparate Eintrag thun und das Auffinden des epithelialen Canals anfangs vielleicht ein wenig erschweren, denn zu erkennen ist derselbe bei mikroskopischer Untersuchung in jedem Fall. Es liegt mir nur daran letztere durch die empfohlene Färbung zu erleichtern.

Da bei dieser jedoch die Dicke des mikroskopischen Schnitts in Betracht kommt, so lassen sich über die anzuwendende Concentration des Farbstoffs nicht genauere Angaben machen, es wird dieselbe aber nach einigen Versuchen Jeder leicht feststellen können. Gut gelungene Anilinfärbungen übertreffen jedenfalls bedeutend die Carmintinctionen, die eine gleichmässige Färbung des ganzen Präparats liefern und den Aquaeductus vestibuli keineswegs so schön sichtbar machen wie jene.

Der mit Alkohol behandelte Schnitt wird mit Creosot aufgehellt (Stieda), wobei derselbe gewöhnlich noch ein wenig Farbstoff fahren lässt; dann wird er nach gehöriger Abtrocknung mit Fliesspapier in Dammarlack oder Canadabalsam eingeschlossen.

Auf diese Weise hergestellte Reihen von Präparaten eines und desselben Labyrinths lassen den ganzen Verlauf des Aquaeductus vestibuli übersehen und die Zusammensetzung seiner Wand in erwünschter Weise erkennen.

Was die Verbindung desselben mit den Vorhofssäckchen betrifft, so muss ich auf meine oben citirte Abhandlung verweisen. Hier soll nur angeführt werden, dass aus dem Utriculus und aus dem Sacculus als directe Fortsetzung des dieselben auskleidenden, von der embryonalen Labyrinthblase stammenden Epithels je ein enges epitheliales Rohr entspringt, das von Periost umhüllt mit sanfter Krümmung sich dem sogenannten knöchernen Aquaeductus vestibuli zuwendet. Bald nach ihrem Ursprung erfolgt eine Vereinigung dieser beiden Canäle zu einem einzigen, welcher nun ziemlich gerade sanft nach hinten zu aufsteigt, um in einem Sack der Dura mater blind zu endigen.

Die Beschaffenheit der Wandungen dieses Canals genauer zu beschreiben und durch Abbildungen zu erläutern ist der Zweck dieser Mittheilung.

Bei der erwachsenen Katze besitzt der vordere, gegen die Vorhofssäckchen gerichtete Theil des epithelialen Aquaeductus vestibuli einen Durchmesser von 0,024 Mm. Diesen behält er bei seinem Verlauf nach hinten etwa auf einem Drittheil des Weges, den er durch den Knochen zu machen hat, unverändert

bei. Das Epithel desselben erscheint ziemlich flach und bildet eine glatte röhrenförmige Umkleidung des verhältnissmässig engen Lumens.

In dem nun nach hinten zu folgenden zweiten Drittheil zeigt sich eine allmählich mehr und mehr zunehmende trichterförmige Erweiterung der Lichtung. Sie wächst auf 0,03 Mm. und dann auf 0,045 Mm. und 0,06 Mm. Durchmesser an. Hier ist das Epithel höher; die einzelnen Zellen von cubischer Gestalt bilden nach wie vor ein einschichtiges Lager, in welchem aber die Kerne bei der geringeren Ausdehnung des Breitendurchmessers derselben dichter stehen.

Die Grenzen des Längendurchschnitts verlaufen jetzt weniger gerade, die epitheliale Wand bekommt nach aussen zu sanft wellige Contouren, indem das Lumen abwechselnd sich etwas mehr erweitert und dann wieder leicht verengt. In dem hintersten Abschnitt des Trichters sehen wir dann aber Seitenzweige von dem Canal abgehen, wie sie im letzten Drittheil desselben noch häufiger sich finden, (Fig. 1 b) d. h. enge, seitlich ausgestülpte epitheliale Canäle, welche das umgebende Periost des Hauptcanals durchdringen und zum Theil bis in den Knochen sich fortsetzen, von dem sie ihrerseits wieder durch eine dünne Periostlage geschieden sind. Das Epithel derselben verhält sich wie das des Hauptcanals.

Auch beim Menschen kommen, wie ich bereits hier anführen will, solche Seitencanäle vor. Im Uebrigen erscheint der Aquaeductus vestibuli beim neugeborenen Kinde beträchtlich weiter als bei der ausgebildeten Katze. Die aus den Vorhofssäckchen entspringenden Canäle haben einen Durchmesser von 0,08 Mm.; nach ihrer Vereinigung erweitert sich das Lumen bis auf 0,10 Mm. und noch weiter nach hinten bis auf 0,15 Mm., worauf dann unmittelbar der sackartige Anhang mit einer Breite von 0,6 Mm. folgt.

Das Epithel des menschlichen Aquaeductus vestibuli ist in den mir vorliegenden Präparaten flacher als das der Katze, in dem engern Theil des Canals ein polygonales Pflaster bildend; in der sich erweiternden Partie desselben erscheinen jedoch die einzelnen Zellen von der Fläche betrachtet durch Ausläufer

unregelmässiger geformt. (Fig. 3 g). Zwischen ihnen sieht man ausserdem kleine spindelförmige Körperchen, welche hart unter dem Epithel verlaufen und Capillargefässen angehören. (Fig. 3 f). Ist der Schnitt glücklich geführt worden, so erkennt man an dem durchschnittenen Rande des epithelialen Rohrs die unter demselben hervortretenden capillaren Blutgefässe, welche sich weiter im Periost verlieren (Fig. 3 e). Dieses Verhältniss zwischen dem Epithel und den Blutgefässen findet sich auch bei der Katze, bei der es in der erwähnten trichterförmigen Erweiterung des Aquaeductus vestibuli bei Flächenansichten vollkommen deutlich zu sehen ist. Solche Stellen stimmen völlig mit dem Bau der Stria vascularis des Schneckencanals überein, in welcher ebenfalls mit Ausläufern versehene Epithelzellen hart auf den oberflächlich verlaufenden Capillaren aufsitzen.

Am buntesten erscheint die Wand des Aquaeductus vestibuli, wo er in seinem hinteren Drittheil bei der Katze sich bis zu 0,45 Mm., beim neugeborenen Kinde bis zu 0,6 Mm. erweitert und in den Sack der Dura mater übergeht. Die epitheliale Wand wird hier bei der ersteren von dicht stehenden mehr cubischen, bei letzterem von flacheren Zellen gebildet, ist jedoch nicht glatt, sondern durch zahlreiche Vertiefungen und Erhebungen uneben. Einerseits senkt sich, wie schon angeführt, an dieser Stelle eine grössere Anzahl seitlich ausgestülpter Canäle in das Periost und bis in den Knochen hinein (Fig. 1 b), andrerseits erheben sich allerhand papillenförmige Auswüchse gegen das Lumen des Hauptcanals und verleihen dessen Wandfläche ein eigenthümliches Aussehen.

Jene haben meist eine Richtung zum Vorhof hin, doch giebt es auch welche, die mit leichten Krümmungen verlaufend fast senkrecht in den Aquaeductus vestibuli eintreten, seltener solche, deren blindes Ende gegen die Dura mater gewandt ist. Dass diese canalartigen Vertiefungen eine directe Fortsetzung des epithelialen Hauptcanals darstellen, lässt sich am besten an solchen Schnitten erkennen, in welchen sie der Länge nach gespalten erscheinen. Wo sie quer durchschnitten sind, findet man in der Wand mehr oder weniger kreisförmig begrenzte

Oeffnungen, welche rundum von Epithel begrenzt werden (Fig. 1 h u. c). An denjenigen Schnitten endlich, welche eine Flächenansicht von dem Epithel des Aquaeductus vestibuli darbieten, sieht man neben mannigfachen hügligen Erhebungen kreisförmige Figuren, gebildet durch einen etwas prominirenden und stärker gefärbten epithelialen Wall, in dessen Mitte durch Bewegung der Micrometerschraube ein in die Tiefe dringendes Lumen erkannt werden kann.

Was nun zweitens die papillenförmigen Auswüchse betrifft, so sind diese sehr verschiedenartig gestaltet, einfach kegelförmig wie in Fig. 1 c u. d, oder kolbig (Fig. 1 e, Fig. 2 d u. e) oder auch wie polypöse Wucherungen mit breitem Fundus und schlankem Stiel (Fig. 1 f). Sie werden von einem weichen Bindegewebe gebildet, welches als Auswuchs des Periosts erscheint, sich aber von diesem sowohl durch den etwas grösseren Umfang und die mehr sternförmige Gestalt seiner Zellen, als auch durch die homogene Beschaffenheit seiner Intercellularsubstanz unterscheidet. An der Basis dieser Erhebungen sieht man jedoch die fasrige Zwischensubstanz der Knochenhaut in dieselben ausstrahlen und neben kleinen spindelförmigen Körperchen grössere Sternformen auftreten. Dieses ist mir namentlich auf Durchschnitten der umfangreichen papillaren Excrescenzen des menschlichen Aquaeductus vestibuli besonders deutlich gewesen.

In dem Bindegewebe der beschriebenen Auswüchse verlaufen capilläre Blutgefässschlingen (Fig. 1 g, Fig. 2 h, i, k). In den kleineren nimmt man solche aber nicht immer wahr; ich lasse es daher dahingestellt, ob sie nicht in einem Theil derselben mangeln.

Die Masse der bindegewebigen Umhüllung um die Gefässe ist sehr verschieden, im Allgemeinen um so bedeutender, je umfangreicher der ganze Auswuchs erscheint. Hierin bieten sich indessen, wie es scheint, auch individuelle Unterschiede dar. Ich besitze Präparate von einer alten Katze, in welchen das die prominirenden Gefässschlingen einhüllende Bindegewebe so spärlich und zart ist, dass es aussieht, als sässe der Epithelialüberzug unmittelbar auf den Capillaren. Einen Fall der

Art habe ich auf Taf. IV Fig. 22 meiner oben erwähnten Schrift abgebildet. Andere Katzen besitzen dagegen solidere Auswüchse (Fig. 1). Am stärksten entwickelt fand ich diese aber beim neugeborenen Kinde, bei dem die Capillaren in einer Papille auch mehrfach Anastomosen bildeten.

Die Injection dieser Gefässe ist mir bisher nicht vollständig gelungen; ich beobachtete bei der Katze blos eine Füllung der im Periost verlaufenden feinen Zweige. Dass es sich indessen um Blutcapillaren handelt, geht nicht nur aus dem Verhalten der Wand und ihrer schön gefärbten Kerne hervor, sondern wird durch natürliche Injection erwiesen. Um diese zu erhalten ist es rathsam das noch frische Felsenbein vor der Entkalkung für einige Tage in Müller'sche Flüssigkeit zu legen und danach wie oben angegeben zu behandeln. Bei strangulirten Thieren kann man dann ziemlich sicher darauf rechnen die Gefässschlingen mit Blutkörperchen gefüllt zu finden.

Das Epithel auf der Höhe der Zotten unterscheidet sich in nichts von dem der übrigen Wandfläche.

Hie und da beobachtet man quer durch das Lumen des Aquaeductus vestibuli von einer Seite zur andern hinüberlaufende mit Epithel bekleidete bindegewebige Stränge (Fig. 2 f u. g). Theils entspringen sie von der Höhe einer Papille und bilden die unmittelbare Verlängerung derselben, theils sitzen sie, wo der Canal gegen den Vorhof enger wird, der breiten Wandfläche beiderseits auf. Ich habe sie sowohl bei der Katze als beim neugeborenen Kinde gefunden, bei letzterem stärker entwickelt und zahlreicher. Ob in diesen Brücken Capillarschlingen von einer Wandfläche zur andern hinübergehen, habe ich nicht mit Sicherheit feststellen können, es erscheint indessen wahrscheinlich, dass wenigstens die dickern solche einschliessen. Dagegen sieht man sehr deutlich in seiner epithelialen Hülle den bindegewebigen hellen Strang, in welchem durch die Färbung spindelförmige in seiner Richtung verlaufende Körperchen hervortreten (Fig. 2 f).

Alle diese Unebenheiten der Wand finden sich in dem erweiterten hinteren Theil des Aquaeductus vestibuli nur so weit er vom Knochen umschlossen wird. Das blindsackförmige, von

der Dura mater eingehüllte Ende desselben hat durchaus ebene Wandungen und erscheint auf dem Durchschnitt beiderseits von sanften gegen den Fundus stärker sich krümmenden Curven begrenzt. Das Epithel ist hier flacher und bildet eine glatte Auskleidung der Höhle.

Der epitheliale Canal wird, wie schon mehrfach hervorgehoben, von dem Periost umschlossen, welches den knöchernen Canal auskleidet. Es hat dasselbe durchschnittlich eine Dicke von 0,03 Mm. Wo es sich der Dura mater nähert nimmt es aber in dem trichterförmig gestalteten hinteren Ende des knöchernen Canals an Dicke zu und geht dann continuirlich in das Gewebe der harten Hirnhaut über.

Entwicklungsgeschichtlich sind die geschilderten Vertiefungen in der Wand des Aquaeductus vestibuli, sowie die brückenartig von einer Seite zur andern hinüberlaufenden Stränge nicht so aufzufassen als wären es Bildungen, die in dem ursprünglich gleichmässig keulenförmig gestalteten hinteren Ende des Aquaeductus vestibuli nachträglich durch eine Wucherung des umgebenden Bindegewebes entständen. Es widerstreitet das dem ganzen Bildungsplane, nach welchem das aus der primitiven Ohrblase abstammende epitheliale Rohr von Anfang an als der wuchernde in das Gewebe des mittleren Keimblattes hineinwachsende Theil erscheint. Die im ausgebildeten Zustande vorhandenen Vertiefungen entstehen später durch seitliche Ausstülpungen seiner Wand, und die den Canal durchziehenden Balken sind Reste des Gewebes, in welchem derselbe ursprünglich vor seiner beträchtlicheren Ausdehnung eingebettet lag. Ob die papillenförmigen Hervorragungen zum Theil secundäre Bildungen sind, durch welche das Epithel gegen das Lumen vorgeschoben wurde, mag vorläufig dahingestellt bleiben.

Schliesslich kann ich mir die Bemerkung nicht versagen, dass künftighin bei pathologischen epithelialen Neubildungen, welche im Felsenbein entstanden sind, auf eine etwaige Entwickelung derselben aus dem Aquaeductus vestibuli zu achten sein wird. Ich verfüge leider nicht über dergleichen Präparate, um diesen Punkt einer näheren Erörterung unterziehen zu können.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 stellt einen Längsschnitt durch den sich erweiternden Theil des Aquaeductus vestibuli einer erwachsenen Katze dar. $\frac{250.}{1.}$

P. Periost. *a.* der dem Vorhof zugewandte mehr und mehr sich verengernde Abschnitt des epithelialen Rohrs. *b.* Seitencanäle. *c.*, *d.*, *e.* u. *f.* Papillenförmige Auswüchse der Wand. *g.* ein Capillargefäss. *h.* u. *i.* querdurchschnittene Seitencanäle. *k.* ein paar papilläre Excrescenzen, von denen in der Zeichnung nur die epitheliale Hülle sichtbar ist. Der Schnitt war derartig gefallen, dass das zarte in dieselben eindringende Bindegewebe durch das gefärbte Epithel fast ganz verdeckt wurde und nicht gut wiedergegeben werden konnte.

Fig. 2. Eben solch ein Schnitt wie der vorige vom neugeborenen Kinde. $\frac{250.}{1.}$

Die Bedeutung der Buchstaben *P.*, *a.*, *b.*, *c.*, *d.* u. *e.* s. bei Fig. 1. *f.* ein quer durch den Canal verlaufender Bindegewebsstrang. *g.* ein zweiter ähnlicher, der aber dünner und von der Wand abgetrennt erscheint. *h.*, *i.* u. *k.* Capillargefässe. *l.* das die Papille *d* überkleidende Epithel von der Fläche gesehen.

Fig. 3. Ein Stück der Wand des Aquaeductus vestibuli desselben Kindes aus dem gegen den Vorhof gerichteten, enger werdenden Abschnitt in der Nähe des Sacks. $\frac{350.}{1.}$

a. Periost. *b.*, *c.* u. *d.* das epitheliale Rohr. Bei *b* eine kleine papilläre Erhebung. *e.* ein Capillargefäss. *f.* Kerne von Capillargefässen. *g.* die Epithelialzellen von der Fläche gesehen.

Dorpat, im Mai 1869.

Ueber Harnsäureausscheidung.

Von

B. Naunyn und L. Riess.

Man hat früher häufig auf Grund im Urin auftretender Sedimente von harnsauren Salzen fälschlich eine vermehrte Harnsäureausscheidung angenommen. Diese Annahmen sind durch die Arbeiten von H. Ranke,[1]) Bartels[2]) und Voit und Hofmann[3]) auf das richtige Maass zurückgeführt. Die genannten Forscher zeigten, dass das Auftreten von harnsauren Sedimenten im Urin, abgesehen von den Fällen, wo dasselbe lediglich von der Concentration der Flüssigkeit abhängig ist, keineswegs auf einen besonders reichlichen Harnsäuregehalt des Excretes schliessen lässt, und sie lehrten die Gründe kennen, welche das Auftreten dieser Erscheinung im einen, das Fehlen derselben im andern Falle bedingen.

Sie wiesen ferner darauf hin, dass aller Wahrscheinlichkeit nach ein genetischer Zusammhang zwischen der im Urin ausgeschiedenen Harnsäure und dem Harnstoff bestände; ein Zu-

1) Beobachtungen und Versuche über die Ausscheidung der Harnsäure beim Menschen. Pro facultate legendi. München 1868. Schmidt's Jahrb. Bd. 104.

2) Ueber die Ursachen einer gesteigerten Harnsäureausscheidung in Krankh. Deutsch. klin. Arch. Bd. I.

3) Ueber das Zustandekommen der Harnsäuresedimente. Sitzungsberichte der bayr. Akad. 1867. Bd. II.

sammenhang, welchen schon früher Frerichs und Wöhler[1]) dadurch nachgewiesen hatten, dass sie in den Organismus eingeführte $\overset{-}{\mathrm{U}}\mathrm{r}$ als $\overset{+}{\mathrm{U}}\mathrm{r}$ im Urin wiederfanden. Man müsse daher bei allen die Menge der entleerten $\overset{-}{\mathrm{U}}\mathrm{r}$ betreffenden Beobachtungen stets sein Augenmerk auf die Menge des gleichzeitig secernirten $\overset{+}{\mathrm{U}}\mathrm{r}$ richten. Erhebliche Veränderungen des in der Norm bestehenden Verhältnisses zwischen den täglich ausgeschiedenen Mengen von $\overset{+}{\mathrm{U}}\mathrm{r}$ und $\overset{-}{\mathrm{U}}\mathrm{r}$ seien für die Erkenntniss der im Organismus statthabenden chemischen Vorgänge von grösserem Belange, als eine absolut vermehrte $\overset{-}{\mathrm{U}}$rausscheidung.

Eine, wenn auch nicht erhebliche, Abänderung dieses Verhältnisses zu Gunsten der $\overset{-}{\mathrm{U}}$rexcretion gelang es nun Ranke und Bartels u. a. bei denjenigen Krankheitsprocessen zu beobachten, in welchen eine Störung des Respirationsprocesses stattfindet. Zu dieser Kategorie von Krankheitsprocessen rechnen die Genannten, und wohl mit Recht, auch die Leukämie. Bei diesem Leiden wurde ebenfalls eine Vermehrung der $\overset{-}{\mathrm{U}}$rausscheidung im Verhältniss zur $\overset{+}{\mathrm{U}}$rausscheidung beobachtet. Namentlich fand Schultzen[2]) mehrfach bei Leukämischen eine sehr erhebliche Vermehrung der $\overset{-}{\mathrm{U}}\mathrm{r}$. Er beobachtete in einem Falle der Krankheit im 24stündigen Urin ein Sediment reiner $\overset{-}{\mathrm{U}}\mathrm{r}$, welches 4 Grms. betrug, daneben fanden sich in demselben noch 1,45 Grms. harnsaures Ammoniak.

Indessen sind die Veränderungen, welchen das mehrerwähnte Verhältniss zwischen $\overset{-}{\mathrm{U}}\mathrm{r}$ und $\overset{+}{\mathrm{U}}\mathrm{r}$ im normalen Zustande entsprechend der verschiedenen Ernährungsweise des Individuums unterliegt, noch nicht genügend erforscht. Am Menschen sind hierauf bezügliche Versuche bisher nur von H. und J. Ranke angestellt. Ersterer[3]) fand das Verhältniss von $\overset{-}{\mathrm{U}}\mathrm{r}$ zu $\overset{+}{\mathrm{U}}\mathrm{r}$ bei gemischter Kost = 1 : 61, bei reiner Fleichnahrung = 1 : 49, bei rein vegetabilischer Diät = 1 : 41. Am grössten ist die

---

1) Annal. der Chem. und Pharm. Bd. 65.

2) Steinberg, über Leukämie. Inauguraldiss. Berl. 1868.

3) Loc. cit.

$\overline{\mathrm{Ur}}$menge gleich nach der Nahrungseinnahme, nämlich 1 : 30 bis 38; kleinner, je längere Zeit nach der Nahrungsaufnahme verflossen, nämlich 1 : 51—69. J. Ranke[1]) bestätigte diese Angaben im Allgemeinen; er giebt als Durchschnittsverhältniss für den gesunden Menschen 1 : 45 an. So werthvoll diese Versuche nun in anderen Beziehungen sind, so ist ihre Anzahl doch zu gering, um eine genaue Beantwortung der betreffenden Frage zu geben. Auch scheint der Mensch zu solchen Versuchen wenig geeignet, da, wie bekannt, eine nach der einen oder andern Seite hin streng durchgeführte Diät von ihm stets nur für ganz kurze Zeit ertragen wird.

Es erschien daher wünschenswerth, derartige Versuche an Thieren anzustellen.

Das einzige in dieser Beziehung verwendbare Versuchsthier ist aus leicht ersichtlichen Gründen der Hund. Auf den ersten Blick scheint hier der Umstand erhebliche Schwierigkeiten zu bedingen, dass bei den meisten Hunden sich neben Harnsäure im Urin Kynurensäure findet und eine ausreichende quantitative Trennung dieser beiden Substanzen zur Zeit nicht gelingt. Doch ist dieselbe für die in Rede stehenden Verhältnisse kaum nöthig; denn nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen scheint die $\overline{\mathrm{Kyn}}$ im Hundeurin die $\overline{\mathrm{Ur}}$ vertreten zu können.

Derartige Versuche sind auch beim Hunde bereits von Meissner und Jolly und von Voit und Riederer gemacht. Meissner und Jolly[2]) geben an: „Wir vermissten die $\overline{\mathrm{Ur}}$ „im Hundeharn bei reiner Fleischdiät niemals. Bei der vege„tabilischen Kost nahm ihre Menge ab, und bei fortgesetzter „derartiger unangemessener und kümmerlicher Nahrung scheint „dieselbe ganz aus dem Harn verschwinden zu können.“ Voit und Riederer[3]) bestimmten die Veränderungen, welche die $\overline{\mathrm{Kyn}}$ausscheidung und das Verhältniss derselben zur $\overset{+}{\mathrm{U}}$raus-

1) Kohlenstoff- und Stickstoff-Ausscheidung des ruhenden Menschen. Dieses Archiv 1862.

2) Henle und Pfeuffer's Zeitschr. etc. Bd. 24.

3) Zeitschr. für Biologie. Bd. I.

scheidung beim Hunde unter verschiedenen Ernährungsverhältnissen erleidet. Da sie die $\overline{\text{Kyn}}$ aus dem Urin durch Salzsäure fällten, so wurde von ihnen mit der $\overline{\text{Kyn}}$ zusammen die $\overline{\text{Ur}}$ bestimmt.[2]) Sie geben ihre Resultate in folgender Tabelle:

Nahrung.		$\overset{+}{\text{Ur}}$	$\overline{\text{Kyn}}$	Verhältniss $\overline{\text{Kyn}} : \overset{+}{\text{Ur}}$
Fleisch.	Zusatz.			
0	—	19,98	0,397	1 : 50
0	300 Fett	16,11	0,349	1 : 46
350	—	29,20	0,675	1 : 43
480	—	35,28	0,670	1 : 53
800	—	61,62	1,106	1 : 54
800	100—400 Stärke	54,47	0,812	1 : 67
1500	—	104,90	1,735	1 : 60
1500	350,3 Na	108,27	1,790	1 : 60
2000	—	142,20	1,898	1 : 75

Man sieht hieraus, dass das von ihnen gefundene Verhältniss zwischen $\overset{+}{\text{Ur}}$ und $\overline{\text{Ur}} + \overline{\text{Kyn}}$ dem von Ranke für $\overset{+}{\text{Ur}} : \overline{\text{Ur}}$ beim Menschen bestimmten auffallend nahe steht.

Die Arbeit dieser Forscher würde demnach die in Nachfolgendem mitzutheilenden Versuche zum Theil als überflüssig erscheinen lassen, wenn nicht in derselben den Verhältnissen der $\overline{\text{Ur}} + \overline{\text{Kyn}}$ausscheidung bei stickstofffreier oder wenigstens normaler Diät eine zu geringe Berücksichtigung zu Theil geworden wäre.

Der Hund, an welchem die nachfolgenden Versuche angestellt sind, ein Affenpinscher von 8 Kilogr. Gewicht, war so

2) Voit und Riederer zweifeln, wie frühere Schriftsteller, dass im Hundeharn sich neben Kyn stets Ur finde. Sie vermissten letztere häufig und glauben, dass die Gegenwart derselben durch $\overline{\text{Kyn}}$, welche beim Abdampfen mit Salpetersäure eine der Murexidreaction ähnliche Färbung gebe, vorgetäuscht werden könne. Es ist selbstverständlich nicht möglich, ohne sehr ausgedehnte auf diesen Punkt hin angestellte Untersuchungen jener Behauptung zu widersprechen. Indessen haben Voit und Riederer die bekannte und auch von uns vielfach beobachtete Thatsache übersehen, dass ein Gemisch von $\overline{\text{Ur}}$ mit selbst kleinen Mengen $\overline{\text{Kyn}}$ häufig keine Murexidreaction giebt, und es erscheinen deshalb ihre Angaben in dieser Beziehung von geringerem Werth.

abgerichtet, dass er den Urin mit ganz seltenen Ausnahmen nur in ein untergehaltenes Gefäss und immer höchst vollständig entleerte. Es konnten auf diese Weise die 24stündigen Urinmengen mit grösster Genauigkeit gesammelt werden.

Die Bestimmung des $\overset{+}{\text{Ur}}$ wurde nach der Liebig'schen Methode durch Titrirung angestellt, die $\overline{\text{Ur}}$ zusammen mit stets vorhandener $\overline{\text{Kyn}}$ durch Zusatz von 10 Cc. Salzsäure[1]) zu 100 Cc. Urin abgeschieden. Der so erhaltene Niederschlag bestand, der Krystallform nach zu urtheilen, meistens zum grössten Theil aus $\overline{\text{Ur}}$. Dieselbe wurde fast constant nach Entfernung der $\overline{\text{Kyn}}$[2]) durch eine unzweifelhafte Murexidreaction nachgewiesen. Die seltenen Fälle, in welchen letztere Reaction auch nach Entfernung der störenden $\overline{\text{Kyn}}$ kein unzweifelhaftes Resultat gab sind in der folgenden Tabelle durch * bezeichnet.

Erhebliche Schwierigkeiten für die Bestimmung der $\overline{\text{Ur}}$ + $\overline{\text{Kyn}}$ wurden durch die Gegenwart der von Schmiedeberg[3]) zuerst im Urin von Thieren nachgewiesenen unterschwefligsauren Salze bedingt. Es entstand (während stickstoffreicher Fütterung) fast constant unmittelbar nach dem Zusatz der H Cl in dem Urin eine Trübung, welche im Verlauf einiger Stunden bis zum milchigen Aussehn der Flüssigkeit zunahm. Die diese Trübung bedingenden, mikroskopisch als feine Körnchen oder unregelmässige Flocken erscheinenden Partikelchen setzten sich auch nach mehrtägigem Stehen nicht ab. Wurde nun die Flüssigkeit behufs Sammlung der ausgeschiedenen $\overline{\text{Ur}}$ und $\overline{\text{Kyn}}$ auf das Filter gebracht, so gingen diese Körnchen anfangs durch

1) Vergleichende Versuche lehrten, dass im concentrirten Hundeharn 5 Cc. H Cl nicht immer zur vollständigen Fällung der fraglichen Substanzen ausreichen.

2) Die Trennung der $\overline{\text{Kyn}}$ von der $\overline{\text{Ur}}$ geschah durch Auswaschen des Filters, auf welchem die Substanz gesammelt war, mit ganz verdünntem Ammoniak. In diesem löst sich die $\overline{\text{Kyn}}$ leicht, die $\overline{\text{Ur}}$ sehr schwer. Die $\overline{\text{Kyn}}$ wurde als solche ausser an der eigenen Krystallform stets durch Verwandlung in das Baryumsalz erkannt, welches in sehr charakteristischen Krystallen anschiesst.

3) Archiv der Heilkunde 1867. S. 422 ff.



Tabelle I.

Datum.	Gewicht des Hundes in Grms.	Tägliche Nahrung.	24stündige Urinmenge in Cc.	Specif. Gewicht des Urins.	$\overset{+}{\mathrm{Ur}}$ in 24 Stund. in Grms.	$\overline{\mathrm{Ur}} + \overline{\mathrm{Kyn}}$ in 24 Stund. in Grms.	Verhältniss $\overline{\mathrm{Ur}} + \overline{\mathrm{Kyn}} : \overset{+}{\mathrm{Ur}}$	Schwefel.	Bemerkungen.
17. 10. 1868.	7350	400 Grms. fettfreies Fleisch.	305	1044	29,3			Stark hellg. Trübung.	Die Fütterung fand stets am Nachmittage statt, nachdem der Hund sämmtlichen Urin der vorhergehenden 24 Stunden entleert hatte. Es sind daher die ausgeschiedenen Harn- etc. Mengen stets auf die unter dem vorherstehenden Datum angegebene Nahrung zu beziehen.
21. 10.	7270	dito	330	1051	31,0			dito	
23. 10.	7240	400 Grms. fettfreies Fleisch + 200 Cc. Wasser.	290	1044				dito	
30. 10.	7020	dito	455	1024	27,1	0,2070	1 : 131	Mäss. starke hellgelbe Trübung.	
1. 11.	6960	dito	480	1026	29,3	0,2170	1 : 125	dito	
2. 11.	6830	dito	485	1026	30,0	0,2634	1 : 114	dito	
3. 11.	6850	800 Grms. fettfreies Fleisch + 200 Cc. Wasser.	460	1026	29,6	0,2838	1 : 104	dito	
4. 11.	7020	dito	665	1034	53,8	0,4176	1 : 129	dito	
5. 11.		dito	660	1033	56,8	0,6700	1 : 85	dito	
6. 11.	7270	dito	655	1035	53,0	0,4367	1 : 121	dito	
7. 11.	7360	dito	680	1033	53,1	0,5984	1 : 88	dito	
8. 11.	7460	dito	715	1034	57,9	0,5827	1 : 89	dito	
9. 11.	7500	dito	720	1036		0,4788		dito	
10. 11.	7520	dito	720	1034	58,3	0,5609	1 : 104	dito	
11. 11.	7660	dito	650	1035	53,9	0,3907	1 : 138	dito	
12. 11.	7640	dito	800	1034	65,5	0,5744	1 : 114	dito	
13. 11.	7610	dito	675	1032	52,5	0,3208	1 : 163	dito	
14. 11.	7700	800 Grms. fettfreies Fleisch, kein Wasser.	650	1033	53,2	(0,8645)	(1 : 62)	dito	Zu viel $\overline{\mathrm{Ur}}$ durch Verunreinigung.
15. 11.	7720	dito	580	1043	58,0	0,6735	1 : 88	dito	
16. 11.	7770	dito	560	1045	57,3	0,4855		dito	
17. 11.	7770	1680 Grms. fettfreies Fleisch in mehreren Portionen.	610	1042	58,1	0,6937	1 : 84	dito	Nachmitt. und Nachts etwas Durchfall.
18. 11.	8300	850 Grms. Fleisch.	720	1042	65,8	0,7222	1 : 91	dito	
19. 11.	7990	800 Grms. Fleisch + 200 Cc. Wasser.	840	1045	88,4	0,8417	1 : 105	dito	
20. 11.	8060	dito	680	1040	52,9	0,7684	1 : 69	dito	
21. 11.	8030	dito	725	1034	59,0	0,4749	1 : 124	dito	
22. 11.	7980	dito	850	1032	62,9	0,6027	1 : 104	dito	
23. 11.	7900	dito	800	1032	50,5	0,9080	1 : 56	dito	Nachm. Blutentziehung (150 Cc.) aus der Art. crural. sinistra.
24 11.	7820	dito	675		55,0	0,7295	1 : 75	dito	Wohlbefinden. Im Blut starke relative Vermehrung der weissen Blutkörperchen.
			A. 380	1038	31,7	0,4959	1 : 64		Der in den ersten 12 Stund. nach der Blutentziehung entleerte Urin (A) wird von dem der übrigen 12 St. (B) getrennt untersucht.
			B. 295	1031	23,3	0,5336	1 : 100		
25. 11.		dito	615		54,0	0,4182	1 : 129	dito	
26. 11.	7990	dito	710	1034	52,7	0,5822	1 : 91	dito	Vermehrung der weissen Blutkörperchen weniger auffallend.
27. 11.	8030	dito	730	1036	58,7	0,6410	1 : 92	dito	Nachm. Blutentziehung (etwas über 200 Cc.) aus der Art. crural. dextra.
28. 11.	7910	dito	700		62,6	0,7947	1 : 79	dito	Wohlbefinden. Wieder stark relative Vermehrung der weissen Blutkörperchen.
			A. 395	1042	36,5	0,6379			Urin wieder in 2 Portionen (A und B) untersucht.
			B. 305	1034	26,1	0,1568			
29. 11.		dito	710	1032	52,6	0,4040	1 : 130	dito	
30. 11.	8000	dito	720	1036	52,7	0,4435	1 : 119	dito	
1. 12.	7020	dito	750	1033	55,5	(1,0325)	(1 : 54)	dito	Zu viel $\overline{\mathrm{Ur}}$ durch Verunreinigung.
2. 12.		dito	720	1033	54,0	0,5429	1 : 99	dito	
3. 12.	8060	0	785	1032,5	58,1	0,6657	1 : 87	dito	
4. 12.	7760	0	160	1035	11,1	0,1568	1 : 70	dichte grün. Trübung.	



Datum.	Gewicht des Hundes in Grms.	Tägliche Nahrung.	24stündige Urinmenge in Cc.	Specif. Gewicht des Urins.	$\overset{+}{\text{Ur}}$ in 24 Stund. in Grms.	$\overline{\text{Ur}}$ + $\overline{\text{Kyn}}$ in 24 Stund. in Grms.	Verhältniss $\overline{\text{Ur}}+\overline{\text{Kyn}}$: $\overset{+}{\text{Ur}}$	Schwefel.	Bemerkungen.
5. 12.	7540	0	120	1042,5	10,1	0,1649	1 : 60	dichte grüne Trübung.	Nachm. ½2 Uhr subcut. Injection von 3 Cc. Jauche (aus faulender Muskel-Substanz). Temp. vor der Einspritzung 39,0, um 3¼ Uhr 39,4. Um 3½ Uhr 2. Injection derselben Jauche (4 Cc.). Temp. 5 Uhr 40,5 } Hund sehr still, 8 „ 40,0 } fröstelt fortwähr.
6. 12.	7320	0	120	1049	11,1	0,1235	1 : 90	dito	Hund ziemlich wohl. Temp. 12 Uhr Mitt. 38,4, ½1 Uhr 3. Injection von 6 Cc. Jauche, 2 Uhr Temp. 39,1. Schüttelfrost. 7 Uhr Temp. 38,8.
7. 12.	7140	200 Grms. Fleisch + 200 Grms. Stärke + 400 Cc. Wasser.	100	1045	10,8	0,1952	1 : 55	dito	Hund ziemlich wohl; nur starke Diarrhoe.
8. 12.	7420	100 Grms. Fleisch + 320 Grms. Semmel + 300 Cc. Wasser.	280	1023	11,7	(0,0089)	(1 : 1318)	Wenig gelbgrüne Trübung.	Unwohlsein. Sehr starke Diarrhoe.
9. 12.	7630	dito	135	1038	11,7	0,1705	1 : 69	Die Schwefeltrübung nimmt allmählich ab.	Ziemlich wohl. Massenhafte Diarrhoe.
10. 12.	7870	dito	160	1040	11,7	0,1402	1 : 83		Wohlbefinden. Massenhafte feste Faeces.
11. 12.	8120	dito	185	1040	13,7	0,1510	1 : 91		Mässig viel feste Faeces.
12. 12.		dito	235	1034	14,5	0,1106	1 : 125		Breiige Faeces.
13. 12.	7920	100 Grms. Fleisch + 250 Grms. Semmel + 300 Cc. Wasser.	220	1034	13,1	(0,0282)	(1 : 463)		Starke Diarrhoe.
14. 12.	7900	dito	150	1045	13,7	0,0799	1 : 171		Viel breiiger Stuhlgang.
15. 12.	7980	dito	250	1030	14,6				Viel breiige Faeces.
16. 12.	8040	dito	290	1022	11,9	0,1018	1 : 117		Sehr viel feste Faeces.
18. 12.	8010	dito	340	1020	12,8	00,124	1 : 106		Viel feste Faeces.
19. 12.	8050	dito	300	1035	13,2	0,0822	1 : 160	Spuren von Schwefeltrübung.	Viel feste Faeces.
20. 12.	8120	dito	315	1024	12,0	0,0633	1 : 189		Viel feste Faeces.
21. 12.	8110	300 Grms. Semmel + 50 Grms. Butter + 300 Cc. Wasser.	340	1024	13,4	0,1146	1 : 117		
22. 12.		dito	270	1030	9,4				
23. 12.	8200	dito	280		9,8	keine	1 : ∞	Kein Schwefel	
6. 1.	8750	dito	205			keine		kein	
7. 1.		dito	300			keine		kein	
10. 1.	9610	dito	325			keine		kein	
19. 1.	9060	dito	255	1023		keine		kein	
20. 1.	9090	dito	250	1023	5,8	keine		kein	
21. 1.		dito	210	1020	4,5	keine		kein	
22. 1.	8950	dito	270	1020	6,4	keine		kein	Nachm. Blutentzieh. (175 Cc.) aus der Art. crural. dextra.
23. 1.	8740	dito	110	1038	5,8	Minimale krümeliche Ausscheidung.*		kein	Hund sehr still. Im Blut relative Vermehrung der weissen Blutkörperchen.
24. 1.	8750	dito	95	1037	4,7	dito		kein	Hund sehr elend. Fortwährender Frost. Temp. Mitt. 39,5.
25. 1.	8660	dito	75	1040	4,8	dito		kein	Etwas munterer als gestern. Temp. Mitt. 39,2.
26. 1.	8720	dito	115	1032	5,3	keine		kein	Wieder zieml. munter. Temp. Mitt. 39,0.
27. 1.	8860	dito	255	1018	5,3	keine		kein	Wohlbefind. Temp. Mitt. 38,5.
28. 1.	8830	0	275	1020	6,5	keine		kein	Wohlbefind. Temp. 3 Uhr 38,6.
29. 1.	8440	0	150	1022	4,5	keine		kein	Munter. Temp. 3 Uhr 38,7.
30. 1.	8240	0	95	1034	5,8	0,0130*	1 : 446	kein	Hund sehr still. T. 3 Uhr 38,6.
31. 1.	8020	0	85	1044	6,7	0,1114*	1 : 60	kein	Unwohlsein. Temp. 3 Uhr 38,8.
1. 2.	7850	0	55		4,8	Unwägbare Menge.		Etwas Schwefel.	Hund sehr elend. Temper. 3 Uhr 38,9.
2. 2.	7630	500 Grms. reines Fleisch + 100 Cc. Wasser.	60	1049	5,5	dito		dito	Starkes Unwohlsein. Morgens epileptiformer Anfall mit Erbrechen und unwillkürlichem Stuhl. Temp. 3 Uhr 38,9.
3. 2.	7780	dito	115	1052	10,8	0,0511	1 : 211	Starke Schwefeltrübung.	Hund noch immer sehr still. Temp. 3 Uhr 39,1.
4. 2.	7980	dito	215	1049		0,1043		dito	Mässiges Unwohlsein. Temp. 3 Uhr 38,9.
5. 2.	8160	dito	240	1049	27,2	0,1666	1 : 163	dito	Hund wieder ziemlich wohl

das Filter hindurch, bald jedoch verstopfen sie die Poren desselben und machen es schliesslich ganz undurchgängig. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes musste die Aufsammlung der $\overline{\mathrm{Ur}} + \overline{\mathrm{Kyn}}$ immer so bewerkstelligt werden, dass man zunächst nur die auf der Oberfläche schwimmenden Krystalle mit möglichst wenig von der Flüssigkeit selbst abgoss, dann letztere vorsichtig abheberte und schliesslich die am Boden des Glases liegenden oder an den Wänden haftenden Krystalle auf das Filter brachte. Es gelingt so bei einiger Uebung, die Flüssigkeit mit den in ihr suspendirten Körnchen vollständig zu entfernen, ohne den mindesten Verlust an Krystallen von $\overline{\mathrm{Ur}}$ oder $\overline{\mathrm{Kyn}}$ zu erleiden.

Die jene milchige Trübung verursachende Substanz wurde aus dem Urin mehrerer Wochen nach allmählichem Absetzen durch mühsames Filtriren in genügender Menge gesammelt, um sie durch die bekannten Reactionen als Schwefel zu erweisen.

Die in vorstehenden Tabellen gegebenen Thatsachen stimmen in Bezug auf die Resultate der reinen Fleischfütterung und gemischter Nahrung mit den von *Voit* und *Riederer* beim Hunde und *Ranke* beim Menschen beobachteten in ausreichender Weise überein. Das Verhältniss zwischen der täglich ausgeschiedenen Quantität des $\overset{+}{\mathrm{Ur}}$ und der $\overline{\mathrm{Ur}} + \overline{\mathrm{Kyn}}$ zeigt bedeutende Schwankungen,[1]) welche indessen von der Menge des gegebenen Fleisches (dieselbe wechselt von 1680 bis 100 Grms.), sowie davon, ob gleichzeitig Wasser genossen wurde oder nicht, in keiner offenbaren Abhängigkeit zu stehen scheinen. Auch beim Hunger nach stickstoffreicher Diät, sowie durch fieberhafte Temperaturerhöhung nach Jaucheeinspritzung wurde dies Verhältniss in Rücksicht auf die starken Schwankungen, die es ohnehin zeigt, nicht erheblich alterirt. Die Durchschnittszahl *des Verhältnisses* $\overline{\mathrm{Ur}} + \overline{\mathrm{Kyn}} : \overset{+}{\mathrm{Ur}}$ *ist für die Fleischkost* 1 : 105. *Sehr auffallend erscheint dem gegenüber das vollständige Fehlen der* $\overline{\mathrm{Ur}}$ *und* $\overline{\mathrm{Kyn}}$ *(und gleichzeitig des Schwefels) bei einer sehr stickstoffarmen Diät.*

---

1) Einige der auffallendsten Schwankungen kommen nicht in Betracht, da sie offenbar in gleichzeitigem Unwohlsein, besonders starker Diarrhoe des Hundes ihren Grund haben; z. B. am 8. 12. und 12. 13. die Zahlen dieser Tage sind daher auch in der Tabelle eingeklammert.

Auch das Verhalten des $\overset{+}{\text{Ur}}$ bei letzterer Diät ist nicht ohne Interesse. Es sinkt die Menge des täglich ausgeschiedenen $\overset{+}{\text{Ur}}$ bei ihr auf die Hälfte dessen, was derselbe Hund am 4. Hungertage nach vorhergegangener reichlicher Fleischnahrung im Urin entleerte. Dieser ausserordentlich geringe Stickstoffumsatz stellt wohl ziemlich das Minimum dessen dar, was überhaupt ohne stärkere Beeinträchtigung der Gesundheit des Thieres zu erreichen war. Denn als dem Hunde, nachdem er 5 Wochen diese Kost inne gehalten hatte, alle Nahrung entzogen wurde, stellte sich keine weitere Herabsetzung des $\overset{+}{\text{Ur}}$ ein.

Die Thatsache, dass bei einer zweiten Hungerperiode, nachdem bei der vorangegangenen stickstoffarmen Diät dauernd keine $\overline{\text{Ur}}$ oder $\overline{\text{Kyn}}$ entleert war, sich vom 2. Hungertage an wieder $\overline{\text{Ur}} + \overline{\text{Kyn}}$ im Urin findet, und die am 3. Hungertage ausgeschiedene Menge derselben der an dem gleichen Tage der ersten Hungerperiode nachgewiesenen etwa gleichkommt, ist ebenfalls nicht ohne Bedeutung. Sie zeigt an, dass das Thier jetzt wieder Fleischfresser wird d. h. zur Consumption seiner eigenen Organe genöthigt ist.

Dagegen unterstützt diese Erfahrung in keiner Weise die etwaige Annahme, dass die im Organismus gebildete und durch den Harn ausgeschiedene $\overline{\text{Ur}}$ (und die ihr wahrscheinlich gleichstehende $\overline{\text{Kyn}}$) als eine überall bei der Zersetzung der Eiweisskörper entstehende Vorstufe des $\overset{+}{\text{Ur}}$ anzusehen sei. In diesem Falle wäre es überhaupt schwer begreiflich, warum bei stickstoffarmer Diät die $\overline{\text{Ur}}$ völlig im Urin fehlt.

Um dies letztere Factum zu erklären, muss man annehmen, dass entweder speciell bei den Eiweisskörpern des Fleisches die Zersetzung und $\overset{+}{\text{Ur}}$bildung aus denselben, sei es ganz und gar, sei es theilweise, durch das Medium der $\overline{\text{Ur}}$ vor sich geht; oder aber dass bei reichlich stickstoffhaltiger Nahrung ein energischerer Umsatz der Organe des Thieres selbst statthat, und dass die $\overline{\text{Ur}}$ ein Umsatzproduct eines bestimmten oder vielleicht vieler Organe ist, während dieselbe bei der einfachen Zersetzung des Vorrathseiweiss in den Körpersäften überhaupt nicht gebildet wird. Für letztere Annahme scheint in der That das Factum

zu sprechen, dass nach dem vollständigen Fehlen der $\overline{\mathrm{Ur}}$ + $\overline{\mathrm{Kyn}}$-ausscheidung bei stickstofffreier Diät während des Hungerns wieder $\overline{\mathrm{Ur}}$ + $\overline{\mathrm{Kyn}}$ auftritt, obgleich dabei keineswegs ein vermehrter Stickstoffumsatz (vermehrte $\overset{+}{\overline{\mathrm{U}}}$rauscheidung) beobachtet wird. Da also ein gesteigerter Umsatz nicht die Ursache dieses neuen Erscheinens sein kann, so muss dieselbe in der Quelle des Umsatzmaterials gesucht werden; und dies Umsatzmaterial liefern zur Zeit der stickstoffarmen Diät die spärlich eingeführten Eiweisskörper der Semmel, beim Hungern sind es die Bestandtheile der Organe des Thieres selbst.

Uebrigens war das Befinden des Hundes bei stickstoffarmer Diät, obgleich er bei derselben erheblich an Gewicht zunahm, auffallend weniger gut und kräftig, als bei der Fleischnahrung. Es zeigte sich dies namentlich bei der zur Zeit dieser Diät angestellten Blutentleerung. Während die reichlicheren Blutentziehungen zur Zeit der Fleichnahrung vollkommen ohne Einfluss auf das Allgemeinbefinden blieben, zeigte das Thier jetzt durch mehrere Tage nach der Operation Symptome bedeutenden Unwohlseins: Mattigkeit, Zittern beim Gehen und fieberhafte Temperaturerhöhung.

Die Absicht, in welcher überhaupt die im Verhältniss zur Grösse des Thieres sehr reichlichen Blutentleerungen angestellt wurden, ist nach den oben mitgetheilten Erfahrungen von Ranke, Bartels und namentlich Schultzen klar. War in jenen Fällen von Leukämie die verminderte Menge der rothen Blutkörperchen (der Respirationsträger) als Ursache der vermehrten $\overline{\mathrm{U}}$rausscheidung anzusehen, so musste man erwarten, dass eine solche Vermehrung dieser Substanz auch nach massenhafter Entziehung rother Blutkörperchen eintritt, um so mehr dann, wenn gleichzeitig durch reichliche Fleischnahrung dem Organismus eine bedeutende Menge oxydationsfähigen stickstoffreichen Materials zugeführt wird.

Von einer solchen Vermehrung der $\overline{\mathrm{Ur}}$ war jedoch in allen drei Fällen nach der Blutentziehung, obgleich das Blut jedes Mal mikroskopisch eine erhebliche Verarmung an rothen Blutkörperchen zeigte, nichts zu bemerken, weder unmittelbar nach der Operation noch in dem später entleerten Urin. Nur nach der dritten

Blutentziehung trat, nachdem vorher wochenlang bei stickstofffreier Diät keine Spur von $\overset{-}{\mathrm{U}}$r oder K$\bar{\mathrm{y}}$n im Urin enthalten gewesen war, in den folgenden drei Tagen nach dem Salzsäurezusatz eine unwägbare krümliche Ausscheidung auf, welche mikroskopisch zum Theil der $\overset{-}{\mathrm{U}}$r ähnliche Formen zeigte. Doch war die Menge der Ausscheidung zu gering, um darauf Schlüsse zu gründen. Ob nun die Verarmung des Organismus an rothen Blutkörperchen in diesen Fällen noch nicht weit genug getrieben war, oder ob in der That die vermehrte $\overset{-}{\mathrm{U}}$rbildung bei Leukämie an die krankhaft veränderte Thätigkeit eines bestimmten Organes gebunden ist, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Es muss zunächst noch dahingestellt bleiben, in wie weit die hier am Hunde für $\overset{-}{\mathrm{U}}$r + K$\bar{\mathrm{y}}$n gewonnenen Erfahrungen auf die $\overset{-}{\mathrm{U}}$r beim Menschen zu übertragen sind. Der experimentellen Erforschung der $\overset{-}{\mathrm{U}}$rauscheidung d. h. des Verhältnisses $\overset{-}{\mathrm{U}}$r : $\overset{+}{\mathrm{U}}$r stellen sich beim normalen Menschen erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Einmal ist die $\overset{-}{\mathrm{U}}$rausscheidung bei ihm grossen Schwankungen unterworfen, und im Gegensatz hierzu ist es sehr schwer, durch Diät die Menge des täglich entleerten $\overset{+}{\mathrm{U}}$r wenigstens für längere Zeit in bedeutendem Grade zu modificiren.

In pathologischen Zuständen, und unter diesen wohl am Auffallendsten beim Diabetes mellitus, ist es dagegen möglich, ohne, wie es scheint, das Befinden der Kranken weiter zu beeinträchtigen, die täglich ausgeschiedene $\overset{+}{\mathrm{U}}$rmenge auch für grössere Zeiträume in weiten Grenzen zu variiren. Es schien demnach von Interesse, zu bestimmen, wie sich bei dieser Krankheit einmal das Verhältniss zwischen $\overset{+}{\mathrm{U}}$r und $\overset{-}{\mathrm{U}}$r überhaupt gestaltet, und ferner wie dasselbe bei willkürlich herbeigeführtem Wechsel zwischen abundanter und eingeschränkter $\overset{+}{\mathrm{U}}$rausscheidung geändert wird.

Eine derartige Untersuchung erschien gerade in Bezug auf Diabetes mellitus um so mehr wünschenswerth, als die betreffenden bis jetzt vorliegenden Erfahrungen über die $\overset{-}{\mathrm{U}}$rausscheidung bei dieser Krankheit eigenthümlicher Art sind.

Die Bestimmungen der $\overset{-}{\mathrm{U}}$r im diabetischen Urin wurden

bis jetzt stets nach der gewöhnlichen Methode durch Ausfällung mit Salzsäure vollzogen. Dieselben ergaben vollkommenes Fehlen (Schmidt,[1]) H. Ranke[2])) oder sehr geringe Mengen der $\overline{\text{Ur}}$ im Vergleich zum gleichzeitig ausgeschiedenen $\overset{+}{\text{Ur}}$ (H. Ranke,[3]) Venables,[4]) Gaethgens[5])), während andererseits Gaethgens bei fieberhafter Erhöhung der Körpertemperatur seines Diabetischen eine bedeutende Steigerung der ausgeschiedenen $\overline{\text{Ur}}$-menge bis auf 2,226 Grms. pro die (im Durchschnitt der Fiebertage $\overline{\text{Ur}} : \overset{+}{\text{Ur}} = 1 : 33$) eintreten sah.

Es verlieren jedoch die ersteren dieser Angaben erheblich an Werth durch die Thatsache, dass im Urin vieler Diabetischen die Ausfällung der $\overline{\text{Ur}}$ durch Salzsäure nicht bewirkt wird.

In 4 Fällen von Diabetes wurde beim Versetzen des stark zuckerhaltigen Urins mit H Cl (5 — 10 Cc. auf 100 Cc. Urin) kein Niederschlag von $\overline{\text{Ur}}$ erhalten, obgleich es gelang, durch andere Methoden (Ausfällung des Urins mit Bleiessig oder essigsaurem Quecksilberoxyd, Zersetzung des erhaltenen Niederschlages mit H_2 S etc.) diese Substanz in reichlicher Menge zu gewinnen. Auch nach Zusatz abgewogener Mengen von $\overline{\text{Ur}}$ zu solchen Urinen (0,5 Grms. auf 300 Cc. Urin) wurde durch H Cl keine Ausfällung derselben bewirkt. Einengung oder Verdünnung des diabetischen Urins mit Wasser oder auch mit Alkohol in den verschiedensten Verhältnissen änderte sein Verhalten gegen H Cl auch nicht.

Es mussten demnach bei den beabsichtigten $\overline{\text{Ur}}$bestimmungen andere Methoden in Anwendung gezogen werden.

Zunächst wurde versucht, die $\overline{\text{Ur}}$ im Urin nach Ausgährung des Zuckers nachzuweisen. Es gelang jedoch nicht, im ausgegohrenen Urin eine $\overline{\text{Ur}}$fällung zu erzielen, auch nicht nach vor

---

1) Nachweisung des Harnstoffes im diabet. Urin. Lieb. Annal. Bd. 96 — Canstatt's Jahresber. N. F. Jahrg. V. Bd. 2.

2) A. a. O.

3) A. a. O.

4) On the crystalline modif. of Uric acid, when deposited by diabetic urine. Med. Times and Gaz. Nov. 1858. Schmidt's Jahrb. Bd. 104.

5) Ueber Kreatinin- und $\overline{\text{Ur}}$ausscheidung in einem tödtlich endenden Fall v. Diab. mell. Med. chem. Unters. v. Hoppe-Seyler, Heft 3.

der Gährung vorgenommenen Zusatz von 0,5 Grms. $\overline{U}$r. Diese Thatsache kann übrigens bei der bekannten sehr grossen Zersetzbarkeit der $\overline{U}$r nicht sehr Wunder nehmen.

Dann wurde die Ausfüllung der $\overline{U}$r mit Bleiessig vorgenommen, ein Verfahren, welches Städeler[1]) zuerst für den $\overline{U}$rnachweis empfohlen hat. Es gelang in der That, auf diese Weise, $\overline{U}$r aus dem Urin eines jeden Diabetes zu gewinnen. Indessen ergaben Controllbestimmungen eine für quantitative Bestimmungen nicht ausreichende Genauigkeit dieser Methode.

Bessere Resultate lieferte die Fällung der $\overline{U}$r durch essigsaures Quecksilber. Dieselbe wurde in folgender Weise ausgeführt: Nach Ausfällung von 500 Cc. des diabetischen Urins mit neutralem essigsauren Blei und sofortiger Entfernung des erhaltenen Niederschlages wurde das Filtrat so lange mit einer concentrirten Lösung von essigsaurem Quecksilber versetzt, bis kein Niederschlag mehr entstand. Nach 12—24stündigem Stehen wurde der sich meist rosenroth färbende Niederschlag auf ein Filter gebracht, mässig ausgewaschen, in ein Becherglas gespült und mit H_2S zersetzt. Das nach mehrfachem Auskochen des Schwefelquecksilbers gewonnene, klar hellgelbe Filtrat im Ganzen 100—150 Cc. betragend wurde endlich mit 10 Cc. HCl versetzt, und der nach 24stündigem Stehen gebildete Niederschlag von $\overline{U}$r auf's Filter gebracht und gewogen.

Ein zu Prüfung der Genauigkeit dieser Methode angestellter Controllversuch ergab folgende Zahlen:

I. 500 Cc. eines diabetischen Urins (7 % Zucker) werden auf obige Weise behandelt und ergeben 0,0325 Grms $\overline{U}$r.

II. 500 Cc. desselben Urins werden mit einer wässrigen Lösung von 0,1009 Grms. neutr. harnsauren Kalis (entsprechend 0,0573 reiner $\overline{U}$r, wie durch eine specielle $\overline{U}$rbestimmung für das angewandte Präparat festgestellt wurde) versetzt und auf dieselbe Weise wie die erste Portion behandelt. Es finden sich hier

0,0961 Grms. $\overline{U}$r

also 0,0636 Grms. mehr als bei I,

also 0,0063 Grms. mehr, als der Zusatz von $\overline{U}$r betrug; ein kleiner Fehler, welcher sich wohl aus der grösseren Menge des bei

1) Journ. f. pract. Chemie. Bd. 73. 1858. Schmidt's Jahrb. Bd. 104.



Tabelle II.

Datum.	Gewicht des Kranken.	24stündige Urinmenge in Cc.	Specif. Gewicht des Urins.	Zucker %	Zucker auf 24 Stunden in Grms.	$\overset{+}{\text{Ur}}$ %	$\overset{+}{\text{Ur}}$ auf 24 Stund. in Grms.	$\overline{\text{Ur}}$ auf 24 Stund. in Grms.	Verhältniss $\overline{\text{Ur}} : \overset{+}{\text{Ur}}$.	Bemerkungen.
20. 12. 1868		8600	1035	8,3	714	1,0	86,5	0,94	1 : 92	
21. 12.		8750	1030	7,6	665	0,9	82,0	1,03	1 : 80	
22. 12.	90 Pfd.	8900	1028	6,7	596	1,0	85,4	0,99	1 : 86	
23. 12.		8300	1032	6,9	573	1,3	110,0	1,05	1 : 105	
24. 12.		8700	1030	7,6	661	0,9	75,5	0,66	1 : 114	
26. 12.	90 Pfd. 27 Lth.	9000	1030	6,2	558	1,0	94,6	0,87	1 : 109	
27. 12.		6300	1032	6,7	422	1,2	75,0	0,57	1 : 132	
28. 12.		7300	1032	7,6	555	0,9	63,4	0,75	1 : 84	
29. 12.		8700	1033	7,1	618			0,60		
30. 12.	93 Pfd.	7850	1030	6,7	526	1,1	89,7	0,78	1 : 115	
31. 12.		7200	1032	5,4	389	1,2	88,9	0,76	1 : 117	
1. 1. 1869		7500	1033	6,3	472	1,1	85,7	0,87	1 : 98	
2. 1.	93 Pfd.	7200	1034	6,7	482	1,1	82,3	0,81	1 : 102	Im Laufe des Tages erhält der Kranke 7 × 0,005 Grms. Morph. hydrochlor. in Pulverform.
3. 1.		6800	1034	6,3	428	1,1	74,6	(0,38)	(1 : 196)	Im Laufe des Tages 9 × 0,005 Morph. NB. Ein Theil der $\overline{\text{Ur}}$ verloren.
4. 1.		7050	1032	7,6	536	1,0	70,9	0,90	1 : 79	9 × 0,005 Morph.
5. 1.		6000	1034	7,6	456	1,1	65,8	0,63	1 : 104	9 × 0,005 Morph.
6. 1.	97 Pfd. 1 Lth.	6050	1033	7,6	460	1,1	67,7	0,67	1 : 101	6 × 0,01 Morph.
7. 1.		5800	1034	7,6	441	1,0	58,6	0,63	1 : 93	9 × 0,01 Morph.
8. 1.		6000	1033	6,7	402	0,9	56,8			15 × 0,01 Morph.
9. 1.	93 Pfd. 27 Lth.	5800	1036	8,6	495	0,9	54,9	0,58	1 : 95	28 × 0,01 Morph.
10. 1.		5250	1037	7,9	395	1,1	58,7	0,75	1 : 78	6 × 0,01 Morph. und 7 × 15 gtt. Tinct. op. simpl. Ausser geringer Schläfrigkeit kein Unwohlsein.
11. 1.		5300	1033	7,6	403	1,1	59,3	0,64	1 : 93	15 × 15 gtt. Tinct. op.
12. 1.		5050	1036	7,6	384	1,1	54,3	0,56	1 : 97	16 × 15 gtt. Tinct. op.
13. 1.	102 Pfd.	4450	1035	7,6	338	1,2	51,7	0,41	1 : 126	4 × 15 gtt. uud 13 × 20 gtt. Tiuct. op.
14. 1.		4300	1035	7,6	327	1,0	44,4	0,50	1 : 89	4 × 20 gtt. und 13 × 25 gtt. Tinct. op.
15. 1.		4200	1036	7,6	319	1,0	41,5	0,32	1 : 130	4 × 25 gtt. und 13 × 30 gtt. Tinct. op.
16. 1.		4200	1033	7,6	319	0,8	35,2	0,35	1 : 101	4 × 30 gtt und 13 × 35 gtt. Tinct. op.
17. 1.		3800	1037	7,6	289	1,1	40,8	0,45	1 : 91	20 × 35 gtt. Tinct. op. Etwas Schläfrigkeit und Sausen im Kopf.
18. 1.		3600	1035	7,6	74	0,9	32,5	0,20	1 : 162	5 × 35 gtt. und 17 × 40 gtt. Tinct. op. Wohlbefinden.
19. 1.		3200	1035	7,6	243	0,9	28,2	0,24	1 : 117	21 × 40 gtt. Tinct. op.
20. 1.	100 Pfd. 25 Lth.	3200	1035	7,6	243	0,8	26,2	0,21	1 : 125	20 × 40 gtt. Tinct. op.
21. 1.		2750	1036	7,1	195	1,0	27,8	0,20	1 : 139	20 × 40 gtt. Tinct. op.
22. 1.		2800	1035	7,1	199	0,9	24,7	0,16	1 : 154	5 × 40 gtt. und 16 × 50 gtt. Tinct op.
23. 1.	99 Pfd. 24 Lth.	2600	1033	7,1	185	1,1	29,7	0,19	1 : 156	20 × 50 gtt. Tinct. op.
24. 1.		2600	1036	8,6	224	1,3	33,5	0,25	1 : 134	20 × 50 gtt. Tinct. op.
25. 1.		2600	1033	8,1	211	1,0	25,2	0,14	1 : 180	21 × 50 gtt. Tinct. op. Vollkommenes Wohlbefinden.
26. 1.		2600	1037	8,6	224	0,9	24,6	(0,27)	(1 : 91)	5 × 50 gtt. Tinct. op. Opium seponitur. NB. Zu viel $\overline{\text{Ur}}$ durch Verunreinigung.
27. 1.	101 Pfd.	2950	1034	7,6	224	0,9	26,6	0,22	1 : 121	Vollkommenes Wohlbefinden.
28. 1.		3200	1033	7,6	243	1,0	33,0	0,27	1 : 122	
29. 1.		3800	1034	7,6	289	0,9	33,5	0,26	1 : 129	Wohlbefinden.
30. 1.	93 Pfd.	5200	1034	7,6	395	0,8	42,5	0,27	1 : 158	Schläfrigkeit.
31. 1.		6000	1034	7,6	456	0,9	52,9	0,31	1 : 171	Schläfrigkeit.

der 2. Bestimmung mit zu Boden gerissenen Pigments erklären dürfte.

Es scheint hiernach dieses Verfahren ausreichend genau zu sein, um zur quantitativen Bestimmung der $\overline{\text{Ur}}$ im diabetischen Urin verwendet werden zu können.

Die in der vorstehenden Tabelle mitgetheilten $\overline{\text{Ur}}$bestimmungen sind nach dieser Methode bei einem auf der Frerich'schen Klinik hierselbst zur Beobachtung kommenden 33 jährigen Diabeteskranken ausgeführt, welcher auf gleichmässiger, vorwiegend animalischer Diät gehalten wurde. Der $\overset{+}{\text{Ur}}$ ist durch das Liebig'sche Titrirverfahren, der Zucker durch Circumpolarisation bestimmt.

Es ergiebt sich aus dem in dieser Tabelle Mitgetheilten, dass in der That auch beim Diabetes mellitus stets $\overline{\text{Ur}}$ ausgeschieden wird. Die Quantität derselben scheint in vorliegendem Falle vor dem Opiumgebrauch eher etwas vermehrt, als vermindert gewesen zu sein. Ihr Verhältniss zur $\overset{+}{\text{Ur}}$menge weicht in der ersten Zeit der Untersuchungsreihe, d. h. zur Zeit der reichlichen Diurese nicht sehr erheblich von dem von den früheren Autoren gefundenen ab und stimmt namentlich gut mit dem von uns oben für $\overline{\text{Ur}} + \overline{\text{Kyn}}$ beim Hunde während der Fleischfütterung nachgewiesenen Werthe; im Mittel stellt es sich hier vor dem Opiumgebrauch auf 1 : 99. Später wird das Verhältniss grösser zu Ungunsten der $\overline{\text{Ur}}$, d. h. die $\overline{\text{Ur}}$auscheidung nimmt mehr noch ab, als die des Wassers des Zuckers und des $\overset{+}{\text{Ur}}$.

Der (übrigens schon längst gekannte) günstige Einfluss, den das Opium durch die Verminderung der Wasser-, Zucker- und $\overset{+}{\text{Ur}}$auscheidung auf den Verlauf des Diabetes ausübt, geht aus der obigen Tabelle zur Evidenz hervor. Es mussten indessen sehr grosse Dosen Opium zur Anwendung kommen, ehe sich seine volle Wirkung in dieser Beziehung entfaltete. Jedoch blieben auch bei den kolossalen Gaben von über 40 Grms. Tinct. op. (= 4 Grms. Opium) pro die die bekannten Nebenwirkungen des Mittels (Somnolenz, Uebelkeit, Stuhlverstopfung) vollkommen aus. Es findet diese auffallende Thatsache wohl in der aller Wahrscheinlichkeit nach sehr schnell vor sich gehenden Ausscheidung des Opium durch den Urin seine Erklärung. Es ist ja allen Aerzten längst bekannt, wie sehr die Grösse der Wirkung eines jeden Narkoticum von dem Verhältniss abhängig ist, welches zwischen der Aufnahme desselben in die Circulation und seiner Auscheidung durch den Urin besteht.

Das Morphium scheint nicht der hier allein in Betracht kommende Bestandtheil des Opium zu sein; wenigstens blieb selbst die bedeutende Gabe von 0,28 Grms. Morph. hydrochlor. pro die ohne erhebliche Wirkung.

In einem anderen Falle von Diabetes mellitus konnte durch die sehr erheblichen Gaben von 0,39 Morph. hydrochlor. allerdings in vier Tagen eine Herabsetzung der Harnmenge von 10150 Cc. auf 3780 Cc. die Menge des ausgeschiedenen Zuckers von 750 Grms. auf 354 Grms. bewirkt werden. Doch schon am folgenden Tage hörte die Wirkung des Narkoticum auf; trotzdem die Dosis des Morph. bis auf 0,51 gesteigert wurde vermehrte sich die Urinmenge auf 5700 Cc., die Zuckermenge auf 465 Grms.

Der Fortgebrauch des Morph. in noch grösseren Dosen ward dann durch eintretende Somnolenz verboten, und die Wirkung des nun in Anwendung gezogenen Opium war jedenfalls viel evidenter. Die Dosis von 2,04 Opium pro die in der Form der Tinctura opii simplex gereicht, machte die Harnmenge schon nach 24 Stunden auf 2250 Cc., die Zuckermenge auf 184 Grms. sinken, und durch eine weitere Steigerung der Opiumgabe auf 3,54 pro die gelang es die Ausscheidung auf dieser verminderten Grösse zu erhalten, bis auch hier eintretende Schläfrigkeit zur Aussetzung des Mittels zwang.

Die im Vorstehenden mitgetheilten Untersuchungen wurden im chemischen Laboratorium der neuen Anatomie hierselbst ausgeführt.

Berlin, im Mai 1869.

Methode zur leichten Darstellung der Linsenfasern.

Von

Dr. Robinski.

Trotz der grossen Fortschritte der letzten Jahrzehnte in der mikroskopischen Technik stossen wir dennoch bei Untersuchungen und mikroskopischen Demonstrationen noch oft auf grosse Schwierigkeiten. Es dürfte darum wohl eine jede gute Methode zur Untersuchung, sowie zur Demonstration den Fachmännern willkommen sein, und um so mehr, je einfacher, je weniger zeitraubend sie ist. Wie ich glaube und wie ich und andere sich überzeugt haben, dürfte das folgende darauf Anspruch machen.

Zur Untersuchung der Linse habe ich als ein sehr gutes Mittel das Argentum nitricum gefunden. Ich nehme hierzu möglichst schwache[1]) Lösungen von 1 : 800 ja 1 : 1000, da sie erstens, was die Hauptsache ist, dem Zwecke der deutlicheren Darstellung der Linsenfasern vollkommen entsprechen; sodann aber besser als starke Solutionen vor Irrthümern schützen, da sie

1) Was den Gebrauch der schwachen Lösungen anbetrifft, siehe auch meine im „Archives de Physiologie“ von Brown-Séquard, Charcot und Vulpian erscheinenden Mittheilungen.

ferner möglichst normale Präparate geben, was gewiss ein grosser Vortheil ist, um so mehr, als man mit Recht den stärker eingreifenden Untersuchungsmitteln den Vorwurf gemacht hat, dass sie uns Kunstproducte liefern: Viertens endlich, was die Conservirung der Präparate anbetrifft, so verdunkeln sich die mit der möglichst schwachen Lösung behandelten Objecte nicht so leicht und werden dadurch mit der Zeit nicht so häufig unbrauchbar, wie die mit einer stärkeren Lösung behandelten.

In solch einer Solution lasse ich die Linse einige Zeit liegen; etliche Minuten (15 Minuten) genügen vollkommen. Man nimmt sodann einfach ein Stückchen von der mehr mit der Flüssigkeit imbilirten, etwas gebräunten Oberfläche, und wohl bei jedem gemachten Präparate sieht man die Linsenfasern sehr deutlich zu Tage treten. Oft sehen wir auch bei entsprechenden Präparaten die Kerne der Linsenfasern mit der grössten Deutlichkeit. Die in der Auflösung kürzere oder längere Zeit gelegenen Linsen kann man trocknen und nun sehr gut durch Zerzupfen, mittelst feiner Nadeln, in die einzelnen Linsenfasern zerlegen. Oftmals sieht man auch bei nicht getrockneten Präparaten unter dem Mikroskope, wie die einzelnen Fasern auseinanderweichen.

Wenn wir nun sehen, dass die Linsenfasern deutlicher werden, so entsteht die Frage: ist es eine wirkliche Tingirung der Membranen derselben vermittelst des Arg. nitr., oder ist es ein Auseinanderweichen der einzelnen Fasern und dadurch bedingtes Deutlicherwerden der Contouren derselben? Man kann nun zwar, wie schon erwähnt, vermittelst dieser Behandlung nicht nur die einzelnen Fasern im getrockneten, sondern auch im frischen Zustande leichter isoliren, dieses fragliche Deutlicherwerden der Linsenfasern beruht aber in der That auf einer wirklichen Tingirung der Membranen derselben. Man kann erstens bei zahlreichen Präparaten die ganz genau an einander liegenden Fasern streckenweise verfolgen, ohne auch nur eine Spur eines Zwischenraums zwischen ihnen zu entdecken, und doch sieht man eine sehr schöne Verdeutlichung der Contouren. An Stellen, wo man bei frischen Präparaten wirklich einen Zwischenraum zwischen den Linsenfasern wahrnehmen kann, ist dennoch die Tingirung nicht deutlicher als anderswo. Ein noch besserer Beweis aber, dass sich die Membran selbst färbt, ist der, dass an Stellen, an denen wir eine gerissene Faser antreffen, wir den gerissenen Rand als eine quer verlaufende Linie gefärbt finden. Nach alledem werden also die Linsenfasermembranen selbst tingirt, und zu dem Zweck ihrer besseren Verdeutlichung empfehle ich das Arg. nitr., von dessen Brauchbarkeit sich leicht Jedermann überzeugen kann.

Der Einfluss der künstlichen Respiration auf die Reflexe.

Von

Dr. P. Uspensky,
aus St. Petersburg.

In unserer früheren Arbeit über den Einfluss der künstlichen Respiration auf die nach Vergiftung mit Brucin, Nicotin, Pikrotoxin, Thebain und Coffein eintretenden Krämpfe, haben wir nachgewiesen, dass die künstliche Respiration die Wirkung nur solcher Gifte aufzuheben im Stande ist, bei welchen die Krämpfe einen ausgesprochenen reflectorischen Charakter zeigen.

Ferner haben wir Nachweis geliefert, dass die künstliche Respiration direct auf das Rückenmark selbst ihre Wirkung ausübt, indem sie seine reflexerzeugende Function aufhebt oder erschwert.

Nachdem drängt sich naturgemäss die Frage auf: ob die künstliche Respiration einen solchen reflexhemmenden Einfluss auch auf die anderen Reflexe ausübt?

Zur Entscheidung dieser Frage haben wir auf Veranlassung des Herrn Professor Rosenthal folgende Experimente gemacht.

Dr. Bernstein hat in seinen Untersuchungen über den Mechanismus des regulatorischen Herznervensystems, gestützt auf seine Experimente, den Satz ausgesprochen: das Centrum der Hemmungsnerven des Herzens ist kein automatisches, sondern ein reflectorisches und erhält den seine Thätigkeit aus-

lösenden Reiz durch die Bahn der im Sympathicus enthaltenen Reflexfasern. In der That zeigen uns seine Versuche, dass bei Reizung des Halssympathicus, sowie des Brust- oder Bauchtheils desselben immer die Verlangsamung der Herzcontractionen zu Stande kommt. Dieses Resultat bleibt aber aus, wenn die beiden Vagi vorher durchschnitten waren.

Es frägt sich nun, ob in diesem Falle die künstliche Respiration auch ihre reflexhemmende Wirkung ausüben wird, wie wir es bei verschiedenen Vergiftungen gesehen haben.

Wenn dies der Fall ist, so muss bei künstlicher Respiration keine Verlangsamung der Herzcontractionen bei Reizung des Sympathicus stattfinden.

Die zur Entscheidung dieser Frage nothwendigen Versuche haben wir an Kaninchen angestellt.

Wir leiteten unsere Untersuchungen in der Weise ein, dass wir vor allem den Thieren die Tracheotomie machten und dann den Nervus sympathicus am Halse oder in der Bauchhöhle freipräparirten. Die Präparation des Halssympathicus geschieht wie gewöhnlich. Man sucht denselben in möglichst grosser Strecke freizulegen. Hierzu umschlinge man ihn tief am Halse mit einem Faden, schneide ihn unterhalb der Unterbindung durch und löse ihn nach oben hin soweit frei heraus, dass man ihn bequem ohne Zerrung auf die Elektroden legen kann. Um ihn möglichst vor der Verdunstung zu bewahren, haben wir ihn in den Intervallen zwischen den Reizungen unter den Muskeln aufbewahrt.

Die Zählung der Herzcontractionen geschah in den meisten Fällen mittelst der Middeldorpf'schen in das Herz eingesenkten Nadel, die bei jeder Pulsation an eine Glocke schlug.

Als Reizung bedienten wir uns immer der Inductionsströme.

1. Versuch.

An einem grossen Kaninchen wurde die Tracheotomie gemacht und der linke Halssympathicus freigelegt.

Die Herzcontractionen während 15 Sec. . . . . 38.

Bei Reizung des Halssympathicus mittelst Inductionsstromes bei Rollenabstand 60 Mm. während 15 Sec. . . . . 30.

Nach der Reizung während 15 Sec. . . . . 38.
5 Minuten später wurde die künstliche Respiration angestellt.
Die Herzcontractionen . . . . 38.
Neue Reizung des Sympathicus mit derselben Stromstärke
Die Pulszahl . . . . 38.
Nach der Reizung und ohne künstliche Respiration die
Pulszahl . . . . 38.

Um den Einwand zu beseitigen, dass bei Reizung des Halssympathicus Stromschleifen auf den Vagus übergehen könnten, wurde eine grosse Strecke des linken Vagus ausgeschnitten. Dabei müssen wir bemerken, dass die künstliche Respiration keinen Einfluss auf die Thätigkeit des Vagus hat. Sowohl vor der künstlichen Respiration, als auch während derselben genügte dieselbe Stromstärke um bei Reizung des peripherischen Endes des Vagus Stillstand des Herzens hervorzurufen.

10 Minuten später die Herzcontractionen während 15 Sec. 36.
Bei Reizung des Halssympathicus mit derselben Stromstärke
und während der künstlichen Respiration die Pulszahl 36.
Nach der Reizung und nach Auslösen der künstlichen Respiration diese Zahl . . . . 36.
5 Minuten später die Pulszahl . . . . 36.
Bei Reizung des Halssympathicus aber ohne künstliche
Respiration . . . . 24.
Nach der Reizung . . . . 36.
10 Minuten später die Pulszahl . . . . 34.
Bei Reizung des Halssympathicus mit dem Inductionsstrome
bei Rollenabstand 30 Mm die Pulszahl . . . . 18.
Nach der Reizung . . . . 34.
5 Minuten später die Herzcontractionen . . . . 34.
Bei Reizung mit derselben Stromstärke und während der
künstlichen Respiration . . . . 32.
Nach der Reizung . . . . 34.
10 Miunten später die Herzcontractionen . . . . 34.
Bei Reizung mit derselben Stromstärke und während der
künstlichen Respiration . . . . 30.
Nach der Reizung . . . . 33.
5 Minuten später die Pulszahl . . . . 32.

Neue Reizung des Sympathicus mit derselben Stromstärke aber ohne künstliche Respiration setzte diese Zahl herab bis 20.
Nach der Reizung . . . . 32.
10 Minuten später war die Pulszahl während der künstlichen Respiration . . . . 30.

Und diese Zahl veränderte sich nicht bei Reizung des Sympathicus mit dem Strome bei Rollenabstand 40 Mm.
5 Minuten später war die Pulszahl . . . . 30.
Neue Reizung des Sympathicus bei demselben Rollenabstande aber ohne künstliche Respiration setzte diese Zahl herab bis 20.
Nach der Reizung . . . . 30.

Dieser Versuch wurde eine lange Zeit fortgesetzt und gab beständig dasselbe Resultat, nämlich: bei Reizung des centralen Endes des Halssympathicus verminderte sich immer mehr oder weniger die Zahl der Herzcontractionen, wenn aber vor der Reizung die künstliche Respiration angestellt wurde, veränderten sich die Herzcontractionen entweder gar nicht, oder die Verminderung war nicht so beträchtlich, als ohne künstliche Respiration. Ein solcher Einfluss der künstlichen Respiration wurde desto evidenter, je vollkommener die dadurch erzeugte Apnoea war.

2. Versuch.

An einem grossen Kaninchen wurde die Tracheotomie gemacht; rechter Halssympathicus freigelegt und der rechte Vagus auf eine grosse Strecke ausgeschnitten.

Bei Reizung des peripherischen Endes des rechten Vagus mit dem Inductionsstrome bei Rollenabstand 60 Mm. Stillstand des Herzens.

Während vollständiger Apnoea Herzstillstand bei derselben Stromstärke.

Also in diesem Versuche, wie in früheren und in allen anderen ist die künstliche Respiration ohne Einfluss auf die Function des Vagus.
Die Zahl der Herzcontractionen in 15 Sec. . . . . . . 40.
Bei Reizung des centralen Endes des rechten Halssympathicus

mittelst Inductionsstromes bei Rollenabstand 50 Mm. die
Zahl der Herzcontractionen während 15 Sec. . . . . . 31.
Nach der Reizung . . . . 40.
5 Minuten später die Pulszahl . . . . 39.
Jetzt wird die künstliche Respiration angestellt, während
derselben die Pulszahl . . . . 39.

Und diese Zahl veränderte sich nicht bei Reizung des Halssympathicus mit derselben Stromstärke.

Nach der Reizung und nach Aufhören der künstlichen Respiration die Pulszahl . . . . 39.
10 Minuten später die Zahl der Herzcontractionen . . . 37.
Bei Reizung des Sympathicus mittels Inductionsstromes bei
Rollenabstand 15 Mm. die Pulszahl . . . . 20.
Nach der Reizung . . . . 37.
5 Minuten später die Pulszahl . . . . 37.

Jetzt wird die künstliche Respiration angestellt und dann der Sympathicus von Neuem mittels derselben Stromstärke 15 Mm. gereizt. Dabei fiel die Zahl der Herzcontractionen von 37—34 herab.

Nach der Reizung ist die Pulszahl . . . . 37.
10 Minuten später die Zahl der Herzcontractionen . . . 39.
Bei Reizung des Sympathicus mittels derselben Stromstärke
fiel die Pulszahl bis . . . . 23.
Nach der Reizung . . . . 39.
5 Minuten später wurde die künstliche Respiration angestellt;
während derselben die Pulszahl . . . . 39.

Bei Reizung des Sympathicus während künstlicher Respiration mittelst derselben Stromstärke fiel diese Zahl bis 36.
Nach der Reizung . . . . 39.
10 Minuten später die Pulszahl . . . . 38.
Bei Reizung des Sympathicus mittels Inductionsstromes bei
Rollenabstand 40 Mm. die Pulszahl . . . . 26.
Nach der Reizung . . . . 38.
5 Minuten später die Pulszahl . . . . 38.

Bei neuer Reizung mittelst derselben Stromstärke und während der künstlichen Respiration die Pulszahl . . . 38.

Nach der Reizung . . . . 38.

Aus der grossen Zahl solcher Versuche könnten wir noch viel andere anführen, aber bei allen wurde dasselbe beobachtet.

Niemals haben wir bei Reizung des Halssympathicus Herzstillstand beobachtet, was übrigens mit den Versuchen von Dr. Bernstein ganz übereinstimmt.

Wir wollten auch den Einfluss der künstlichen Respiration auf die Verlangsamung der Herzcontractionen bei Reizung des Bauchtheiles des Grenzstranges des Sympathicus prüfen. Die Reizung aber des Sympathicus in der Bauchhöhle ist wegen seiner anatomischen Verhältnisse mit grossen Schwierigkeiten verknüpft. Er lässt keine isolirte Reizung zu; wenigstens ist es sehr schwer, vielleicht auch unmöglich eine genügend lange Strecke desselben soweit freizulegen, dass man die Elektroden, deren man sich zu Reizversuchen an warmblütigen Thieren bedient, anbringen könnte. Professor v. Bezold in seinen Untersuchungen über das excitirende Herznervensystem, sowie auch Dr. Bernstein haben es daher vorgezogen den Nerven unpräparirt in seiner natürlichen Lage durch aufgesetzte Nadeln, welche als Elektroden dienten, zu reizen.

Dies hat allerdings den Uebelstand, dass Stromschleifen das Rückenmark treffen und tetanische Krämpfe in den Extremitäten erzeugen. Um das zu vermeiden haben Professor v. Bezold und Dr. Bernstein die Thiere vor der Reizung mit Pfeilgift vergiftet und dann die künstliche Respiration während des ganzen Versuches unterhalten, und nichtsdestoweniger hat Dr. Bernstein die Verlangsamung der Herzcontractionen bei Reizung des Brust- oder Bauchtheiles des Grenzstranges des Sympathicus beobachtet.

Wir bedienten uns auch dieser Methode um die Reizung des Grenzstranges des Sympathicus in der Bauchhöhle ausführen zu können. Bevor wir indess zur Beschreibung unserer Versuche übergehen, wollen wir zuerst die hier nahe liegende Frage beantworten, weshalb Dr. Bernstein in seinen Untersuchungen niemals auf ein Resultat gestossen ist, das unseren Erwartungen entspricht.

Dieser scheinbare Widerspruch lässt sich nur dadurch erklären, dass Dr. Bernstein bei seinen Versuchen niemals völlige Apnoea erzeugte, was ma nübrigens aus der folgenden Bemerkung schliessen kann. „Später, sagt Dr. Bernstein, habe ich oft die linke Lunge zur grösseren Bequemlichkeit abgebunden und herausgeschnitten, was man füglich in allen Fällen thun kann, da eine Lungenhälfte zur Erhaltung des Thieres vollkommen ausreicht."

Wir haben aber schon in früheren Versuchen die Bemerkung gemacht, dass der Einfluss der künstlichen Respiration auf das Vaguscentrum bei Reizung des Halssympathicus desto vollkommener ist, je vollständiger die durch künstliche Respiration erzeugte Apnoea ist.

3. Versuch.

Einem grossen Kaninchen wurde die Tracheotomie gemacht, die Bauchhöhle geöffnet und der rechte Grenzstrang des Sympathicus in seiner natürlichen Lage durch aufgesetzte Nadeln, welche als Elektroden dienten, gereizt.

Pulszahl vor der Reizung . . . . 40.

Bei Reizung mittelst Inductionsstromes bei Rollenabstand 100 ist keine Veränderung in der Pulszahl bemerkbar.

Nur bei Rollenabstand 30 Mm. fiel die Pulszahl von 40 — 22.

Nach der Reizung . . . . 40.

5 Minuten später die Pulszahl 38;
dann wurde die künstliche Respiration angestellt und als die vollkommene Apnoea dadurch entstand, wurde der Sympathicus mittelst derselben Stromstärke gereizt. Während und nach der Reizung ist keine Veränderung der Pulszahl bemerkbar.

8 Minuten später die Pulszahl . . . . 38.

Neue Reizung des Bauchsympathicus mittels Stromes derselben Stärke setzte die Pulszahl von 38 — 20 herab.

Nach der Reizung . . . . 38.

5 Minuten später wurde die künstliche Respiration angestellt.
Während derselben die Pulszahl während 15 Min. . . 38.

Dieselbe Reizung des Bauchsympathicus veränderte keineswegs die Pulszahl.

Nach der Reizung . . . . 38.

Dieser Versuch wurde lange Zeit fortgesetzt und gab immer dieselben Resultate, nämlich: bei Reizung des Bauchsympathicus vermindert sich immer mehr oder weniger beträchtlicher Weise die Zahl der Herzcontractionen, einmal wurde selbst Herzstillstand für 2—3 Minuten beobachtet. Dieselbe Reizung aber während vollständiger Apnoea ruft keine Veränderung in der Pulszahl hervor.

Solche Versuche haben wir einige Male wiederholt und immer mit denselben Resultaten, so dass wir aus allen unseren Experimenten den Schluss machen können, dass die künstliche Respiration zum Vaguscentrum ebenso sich verhält, wie wir es früher bei Reflexen im Rückenmark gesehen haben.

Aus dem Umstande aber, dass die künstliche Respiration nur geringe Erhöhung der Pulszahl hervorruft, kann man schliessen, dass sie auf das Vaguscentrum nicht paralysirend wirkt; vielmehr muss man glauben, dass sie nur seine Widerstandsfähigkeit gegen Reize vergrössert.

Denselben hemmenden Einfluss der künstlichen Respiration auf die Reflexe haben wir bei Reizung der Cornea des Auges oder der Nasenschleimhaut bemerkt. Während der durch die künstliche Respiration erzeugten Apnoea rufen solche Reizungen entweder keine Reflexe oder nur sehr schwache hervor.

Zuletzt wollten wir probiren, was für Einfluss die künstliche Respiration auf das Erbrechen nach Tartarus stibiatus hat. Gianuzzi, wie bekannt, hat gezeigt, dass Tartarus stibiatus kein Erbrechen erzeugt, wenn das Rückenmark durchschnitten ist. Wir haben 6 solche Versuche an Hunden gemacht, aber wenn die Tracheotomie gemacht wurde, so gelang uns nie das Erbrechen hervorzurufen. Nur die Würgbewegungen haben wir dabei bemerkt und nie Erbrechen. Durch welche Ursache diese Erscheinung bedingt sein kann, lassen wir zur Zeit dahin gestellt. Die Würgbewegungen aber, sowie die Un-

ruhe der Thiere während des Experimentes werden ganz aufgehoben durch künstliche Respiration.

Also alle unsere Versuche geben uns Recht, zu sagen, dass die künstliche Respiration oder vielleicht richtiger die dadurch erzeugte Apnoea einen hemmenden Einfluss auf die erhöhte Reflexerregbarkeit ausübt.

Am Schlusse ergreife ich die Gelegenheit meinen verbindlichsten Dank dem Herrn Professor Rosenthal für die mir freundlichst gewährte Unterstützung auszusprechen.

Berlin, im Juni 1869.

Musculi subcrurales et subanconaei.

Von

Dr. M. Kulaewsky.

Musculi subcrurales s. articulares genu s. tenseur de la synoviale.

Zum ersten Mal sind diese Muskeln vom französischen Chirurgen Dupré im Jahre 1699 im Hôtel Dieu in Paris entdeckt und beschrieben worden in seinem Werke „Les sources de la synovie, Paris" unter dem Namen Muscles soucruraux. Zum zweiten Mal wurden sie von Albin entdeckt (Albini Academicarum annotationum lib. IV pag. 27. De musculo subcrurali). Die Unbekanntschaft des Letzteren und der ihm nachfolgenden Anatomen mit Dupré's Werke gab Veranlassung, dass die Musculi subcrurales bei einigen Verfassern den Namen der Albin'schen Muskeln trugen, obgleich Albin selbst ihnen denselben Namen gegeben, unter welchem sie von Dupré beschrieben waren.

In Betreff der physiologischen Function stimmen, so viel ich weiss, alle Autoren dahin überein, dass diese Muskeln, durch Abziehen der oberen Wand der Kniekapsel nach oben im Moment des Auseinanderbiegens des Kniees, die Kapsel vor dem Einklemmen schützen.

In anatomischer Beziehung widersprechen die Verfasser einander auch nicht, wenigstens nicht im Wesentlichen; was jedoch die unbedeutenden Abweichungen in Kleinigkeiten anlangt, welche sich bei Einigen vorfinden, so kann man dieselben als

Folge der den Anatomen begegneten Verschiedenheiten deuten, die, wie bekannt, in jedem Muskel, in jedem Gewebe vorkommen können.

In der Literatur dieses Gegenstandes herrschen somit Friede und Einigkeit. Ich halte es daher für überflüssig, die Literatur in der herkömmlichen chronologischen Ordnung zu berücksichtigen; die hierbei unumgänglichen Wiederholungen würden nur den Umfang aber nicht den inneren Werth dieser Abhandlung vergrössern. Es erscheint mir besser, hier eine, nach Möglichkeit vollständige Beschreibung der mich beschäftigenden Muskeln zu liefern, mit allen bisher bekannten Variationen derjenigen Verfasser, deren Werke mir bis jetzt zugänglich waren.

Die Musc. subcrurales stellen nach den meisten Autoren zwei aneinanderliegende dünne flache Muskelstreifen dar; sie entspringen von der vorderen Fläche des Oberschenkels ungefähr an der Verbindungsstelle des unteren Drittels mit dem mittleren oder sogar niedriger. Von hier gehen beide Streifen herabsteigend auseinander (auf 1, 2 oder 3 Cm. bei Erwachsenen) und endigen sich zerstreuend, in der oberen Wand (nach Richet lig. capsulare genu) der Kapsel des Kniegelenks. An ihrer Ursprungsstelle vereinigen sich diese Streifen zuweilen miteinander (Lauth, Loder) und mit den nächsten benachbarten Bündeln des mittleren Kopfes des vierköpfigen Unterschenkelstreckers (Henle); in ihrem weiteren Wege werden sie durch fettreiches Bindegewebe von einander und auch von dem sie von vorn bedeckenden erwähnten mittleren Kopfe des Streckers getheilt (Henle). Ihrer Endigung in ein Kapselband, auch einer gleichzeitigen Anheftung an den oberen (Platonoff) und an beide Seitenränder (Lauth) der Kniescheibe wird ebenfalls von Einigen Erwähnung gethan. Albin's Figur stellt vier in der Reihe herablaufende Streifen dar, von denen sich die mittleren anfänglich oben vereinigen und unten wiederum stark auseinander gehen. Diese 4 Bündel endigen am seitlichen Umfang des Kapselbandes, in der Nähe der seitlichen Ränder der Kniescheibe.

Die Zergliederung, wenn man denjenigen folgt, die davon erwähnen (Lauth u. A.), ist folgende: der vierköpfige Strecker

wird auf der Höhe des unteren Drittels des Oberschenkels durchgeschnitten, zunächst behutsam nach unten bis zur Kniescheibe entfernt; bei der Entfernung hat man auf die obere Wand des Kapselbandes (lig. capsulare) zu achten. (Da sich die Verletzung des letzteren beinahe nicht vermeiden lässt, ohne eine vorläufige Formveränderung der Wände oder Kapselhöhle selbst hervorzurufen, so muss meiner Meinung nach, die Gelenkhöhle vordem aufgeblasen oder vermittelst einer farbigen starren oder flüssigen Masse angefüllt werden, um sicher entscheiden zu können, ob man es mit Bindegewebe zu thun hat, oder ob man schon bis zur Kapselwand gelangt ist.) Rückt man zur Kniescheibe heran, so hat man die oberen und seitlichen Wände des Kapselbandes von Fett und Bindegewebe zu befreien, worauf man zur Untersuchung der Endigung der Musc. subcrurales in demselben schreitet.

Gegen die anatomischen Beschreibungen der Verfasser habe ich nichts zu sagen. Meine eigenen Untersuchungen lieferten mir einige neuere Details, auf die ich noch zurückkomme. Was jedoch ihre physiologische Wirkung anbetrifft, so bin ich nicht der Meinung, dass sie zur Beschützung der Kapsel vor dem Einklemmen bestimmt sind; ich hoffe im Folgenden die Haltlosigkeit dieser Ansicht zu beweisen. Wir sind zu der Ueberzeugung gekommen, dass den in Rede stehenden Muskeln eine selbstständige functionelle Bedeutung gar nicht zukommt.

Wenn man über die neueste Theorie der Entstehung der sogenannten geschlossenen Höhlen, welche von Velpeau[1]) gegründet und von Richet und theils von Rindfleisch weiter geführt wurde, nachdenkt, und sich durch eigene Untersuchungen von der Richtigkeit derselben überzeugt, so kommt man auch zu dem Schluss, dass die Existenz der abgesonderten, in den Wänden der Kapselbänder zerstreuten Muskeln, die nur die Kapsel vor dem Einklemmen zu bewahren haben, mit der oben erwähnten Theorie nicht zu vereinigen ist. Die Entstehung der Höhlen und ihre weitere Entwickelung ist nach dieser Theorie abhängig

1) Recherches sur les cavités closes de l'économie animale etc. Paris 1843.

von einer bestimmten Kraft und Dauer der Reibung zwischen Theilen des Organismus, die einen sehr verschiedenen Grad von Beweglichkeit besitzen.' In Folge dessen wird der, zwischen den reibenden Theilen eingeschlossene Theil des Gewebes unmittelbar der Reibung unterworfen und eine Reihe von Veränderungen ertragend, vernichtet und zuletzt in eine klebrige gelbliche Flüssigkeit, den Namen der serösen, Synovial- oder Schleimflüssigkeiten führend, metamorphosirt. Der die erwähnte Flüssigkeit einschliessende Raum wird eine Höhlung darstellen, deren Wände natürlich aus dem unvernichtet gebliebenen Gewebe bestehen werden. Im Embryonalzustande, wenn die Bewegungen noch so schwach sind, dass ihr Einfluss auf die Entstehung der Synovialhöhlen gleich Null ist, muss also ein Moment da sein, wo solche Höhlen noch nicht vorhanden sind, letztere fangen sich später an zu bilden und zu vergrössern, wenn die Bewegungen die dazu nothwendige Kraft besitzen. Es ist bekannt, dass nicht alle Höhlen zugleich entstehen, — es sind solche, die sich blos im reifen Alter bilden, schliesslich giebt es auch solche, welche sich nur bei Erwachsenen, die gewisse Arbeiten verrichten, bilden. Als Material, welches zur Entwickelung der oben genannten Höhlen dient, muss vorzüglich das Bindegewebe angesehen werden. Da man weiss, dass es specielle Muskeln giebt, welche zum Schutze gewisser Theile der Kapselbänder vor dem Einklemmen bestimmt sind, so kommt man von solchen Anschauungen geleitet — unwillkürlich zur Frage — was diesen Theilen des Gewebes widerfahren würde, wenn zu ihrem Schutze vor Einklemmungen keine besonderen Muskeln vorhanden wären? Ohne Zweifel würden sie, natürlich nicht plötzlich, jedoch allmählich, demselben Zerfallen, oder Verwandeln in eine seröse, synoviale oder Schleimflüssigkeit unterworfen werden, welchem auch andere ganz gleiche, nur nicht geschützte Theile des Gewebes ausgesetzt sind. Wenn es richtig ist, dass es Höhlen giebt, die besonderer Muskeln zum Schutz vor Einklemmungen ihrer Wandungen nicht bedürfen, so frägt es sich: warum existiren solche Muskeln an einigen Höhlen? Man sieht, hier liegt ein Widerspruch vor.

Um meinen Zweifel zu heben, habe ich eine Reihe von

Untersuchungen unternommen. Zuerst war ich natürlich mit der Controle der früheren Methoden der Untersuchung beschäftigt. Letztere habe ich ungenügend gefunden, da nach dem Abtrennen des vierköpfigen Streckers die anatomischen Beziehungen der oberen Wand des Kapselbandes zur Kniescheibe sich anormal darstellen, dabei senkt sich ihr ganzer vorderer Theil, welcher im normalen Zustande an die hintere Fläche des mittleren Kopfes des vierköpfigen Streckers (bei Erwachsenen auf einen Raum von 1—2 Querfinger nach oben von der Kniescheibe) grenzt, und schlüpft zwischen Kniescheibe und Oberschenkel. Bei solcher Methode ist es schwierig zu entscheiden, welchen Antheil die Musc. subcrurales bei dem Schutze der Kapsel vor dem Einklemmen nehmen, und ob sie überhaupt dabei betheiligt sind. Die Methode, welche ich benutzt habe, besitzt nicht die genannten Nachtheile. Ich trenne das obere Ende des inneren Kopfes (vastus internus) des vierköpfigen Streckers vom Oberschenkel und von der Sehne des grossen Anziehers (adductor magnus) auf der Höhe der unteren Hälfte des Oberschenkels ab; darauf führe ich den Schnitt am inneren Rande desselben dicht bis an seinen Insertionspunkt an dem Kniescheibenband (lig. patellae), so dass das Gelenk von der Seite eröffnet wird. Schlage ich jetzt den abgespaltenen Theil des Muskels nach vorn zurück, so kann ich die anatomischen Beziehungen der oberen Wand des Kapselbandes genauer untersuchen. Macht man jetzt mit dem zusammengebogenen und vom Tische herabgelassenen Unterschenkel durch Anziehen des mittleren und längeren Kopfes (cruralis et rectus femoris) des vierköpfigen Streckers eine Reihe von Auseinanderbiegungen, so ist die Möglichkeit gegeben, sich von einer etwaigen Senkung des Kapselbandes zwischen der Kniescheibe und dem Oberschenkel zu überzeugen. Die in der dünnen Wand sich inserirenden Musc. subcrurales sind mitunter sichtbar, insbesondere, wenn sie hinter derselben verlaufen. Nach der solcher Art gemachten Beobachtung ihrer physiologischen Function, kann man die Präparation von der Seite oder nach der oben beschriebenen Methode der Autoren anfangen, um jetzt eine genauere Bestimmung ihrer anatomischen Beziehungen zu

machen. Es ist begreiflich, dass sich meine Methode von der vorigen darin unterscheidet, dass ich meiner Methode folgend, die physiologische Function des uns beschäftigenden Muskels in seiner normalen Beziehung zu den umgebenden Theilen zu untersuchen vermag. In Folge dieses dem Anscheine nach unbedeutenden Unterschieds bin ich zu ganz andern Resultaten gelangt. Sie zeigten, dass die Musc. subcrurales nichts anderes darstellen, als eine Reihe allmählich atrophirender hinterer Bündel des Musc. extensoris quadricipitis, welche nach dem Abfallen von der Kniescheibe nicht mehr fähig sind zur weiteren Existenz; dasselbe widerfährt einigen Muskeln nach der Amputation.

Bei Kindern, sowie bei einigen erwachsenen jungen Subjecten habe ich sie gewöhnlich gar nicht finden können, oder fand nur den unteren (Lauth, Platonoff) an die Kniescheibe sich anheftenden Theil. Diesen Theil halte ich jedoch nicht für die Musc. subcrurales, sondern für die hinteren Bündel des mittleren Kopfes (oder seitlichen) des vierköpfigen Streckers, da er sich nach physiologischer Wirkung und Richtung seiner Fasern durch Nichts von den angrenzenden Fasern desselben Kopfes des schon genannten Streckers unterscheidet. Was nun die dünne Lage Bindegewebe anbetrifft, welche diesen Bündel von den anderen trennt, so versteht sich von selbst, dass man daraus allein die Nothwendigkeit einer Theilung nicht folgern kann. Der grosse Brustmuskel (pectoralis maj.), der Gesässmuskel (gluteus), der Deltoideus und andere können sowohl anatomisch, als physiologisch getrennt betrachtet werden; dessen unerachtet geschieht dies nicht; im vorliegenden Fall liegen somit auch keine zwingenden Gründe vor, eine Theilung vorzunehmen. Da verschiedene Abschnitte der oberen Wand des Kapselrandes beim Beugen und Strecken eine verschiedene Lage wie zu einander, so auch zu den sie umgebenden Theilen, haben, so wird es bequemer sein zur Bestimmung der veränderlichen Correlation, sie im Augenblicke des halbgebogenen Zustandes zu beschreiben, namentlich wenn die oberen Ränder der Knorpelflächen der Kniescheibe und des Oberschenkels zusammentreffen. In diesem Fall stellt die obere Wand eine

nach hinten gerichtete Frontalfalte dar, welche sich mit ihrem vorderen Theil mehr oder minder fest an die hintere Fläche der Enden der mittleren äusseren und inneren Köpfe des vierköpfigen Streckers anheftet, und mit dem hinteren, vermittelst rauhen fetten Bindegewebes, mit der Knochenhaut des Oberschenkels verbunden wird. In solchen Fällen berühren sich die Synovialflächen beider Theile. Führen wir jetzt die obere Wand aus dem eben beschriebenen Zustande heraus, so finden wir bei voller Streckung, während die Kniescheibe nach oben über dem oberen Rande der Knorpelfläche des Oberschenkels zu liegén kommt, den vorderen Abschnitt der oberen Wand in der Weise herausgedreht, dass der grösste Theil ihrer Synovialfläche die Kniescheibe berührt; bei voller Beugung d. h. wenn sich die Kniescheibe beinahe auf $^3/_4$ ihrer Länge bis unter den oberen Knorpelrand der Knöchel des Oberschenkels senkt, dreht sich im Gegentheil der hintere Abschnitt der Kapselwand heraus. Im letzteren Fall ist die Synovialfläche der oberen Wand gegen den Oberschenkel gerichtet. Die longitudinale Dimension der oberen Wand übertrifft gewöhnlich in ihrer Mitte die Kniescheibe selbst an Länge. Je bedeutender diese Differenz ist, desto stärker verwächst der zur Kniescheibe am nächsten liegende Theil des vorderen Abschnittes der oberen Wand mit dem angrenzenden sehnigen Ende des mittleren Kopfes des vierköpfigen Streckers (M. cruralis s. vastus medius). Mitunter ist diese Verbindung so stark, dass es unmöglich ist, diese Wand ohne Beschädigung abzutrennen.

Bringt man nach der oben angegebenen Methode eine Reihe von Auseinanderbiegungen hervor, so kann man sich überzeugen, dass sich die obere Wand niemals nach unten herausdreht und demzufolge klemmt, da sie sich vermittelst Bindegewebe an die über ihr und vor ihr befindlichen Muskeln anheftet, mit welchen sie sich gleichzeitig senkt und hebt.[1])

---

1) Im Fall sich Jemand rasch zu überzeugen wünscht, dass sich die obere Wand nicht nach unten ausdrehen kann, so braucht man nur 2 oder 3 Experimente nach meiner Methode zu machen. Wenn man bei diesen Experimenten die Musc. subcrurales antrifft, so wird man sich leicht überzeugen, dass sie nichts vor dem Einklemmen zu bewahren haben.

In das Interstitium zwischen dem Oberschenkel und der Kniescheibe kann sie sich nur dann einsenken, wenn sie von den umgebenden Theilen abpräparirt wird.

Die Existenz der M. M. subcrurales im Kindesalter ist somit nicht unumgänglich. Ihre Function wird hier von den Enden der genannten Köpfe des vierköpfigen Streckers ebenso ausgeführt, wie es in denjenigen Articulationen geschieht, wo solche, den subcrurales ähnliche, Muskeln nicht vorhanden sind (am Schultergelenk, Handgelenk, Hüft- oder Schenkelgelenk) und wo anstatt derselben die Kapselbänder von den hier vorbeilaufenden Muskeln gespannt und vor dem Einklemmen geschützt werden.

Die verschiedenartigen Varietäten der Musc. subcrurales, insbesondere ihrer Enden, welche ich bei Erwachsenen bemerkt habe, sind von der grösseren oder geringeren Entwickelung der oberen Wand des Kapselbandes abhängig. Bei Subjecten mit einem schwach entwickelten Kapselband, was öfters bei jugendlichen Subjecten vorkommt, endigen die auf gewöhnliche Art entspringenden Musc. subcrurales mit ihren vorderen Bündeln am oberen Rande der Kniescheibe in der oberen Wand des Kapselbandes. Wenn statt zweier Bündel vier derselben existiren, so endigen sich die mittleren wie eben beschrieben, während sich die äusseren an die seitlichen Ränder der Kniescheibe und gleich hinter derselben anheften. Mitunter kommt es auch vor, dass nur zwei Bündel existiren, welche sich in Folge ihrer starken Divergenz nach unten, den eben beschriebenen äusseren Bündeln gleich endigen (A). In anderen Fällen endigen sich die Musc. subcrurales allein auf dem vorderen Theil der oberen Wand oder in der Mitte zwischen dem vorderen und hinteren Theil (B). Im letzteren Falle finden sich vor diesen Bündeln mitunter auch die unter (A) angezeigten Bündel.

Bei Subjecten mit stärker entwickelter oberer Wand des Kapselbandes, was vorzugsweise im mittleren Alter stattfindet, stellen die von uns beschriebenen Muskeln 2—8 Bündel (öfters 6) dar, welche durch Bindegewebe von einander getrennt werden. Sind nur zwei Bündel vorhanden, so verlaufen sie als ziemlich

dünne von Fett umgebene Streifen hinter dem hinteren Abschnitt der oberen Wand und verlieren sich dann in ihr selbst, oder in dem zwischen ihr und dem Oberschenkel befindlichen Fett. Zuweilen sind in einer Frontalfläche anstatt zwei, vier dünne Streifen zu finden. Sind die Bündel zahlreich oder sind ihrer nur vier, liegen sie jedoch in verschiedenen Frontalflächen, so inseriren sich die vorderen Paare im vorderen Abschnitte wie bei (A) und (B) angezeigt, und die hinteren im hinteren Abschnitt der oberen Wand des Kapselbandes.

Schliesslich ist zu erwähnen, dass bei Subjecten mit entwickelter Kniekapsel die Musc. subcrurales der soeben besprochenen Form (C) entsprechen, jedoch mit dem Unterschied, dass sich einige Bündel nicht in der oberen Wand des Käpselbandes inseriren, sondern in der neben ihr liegenden neugebildeten Kapsel (D). Prüft man ihre physiologische Wirkung, so kann man sich überzeugen, dass sie zwar das Kapselband nach oben abziehen, dies ist jedoch zwecklos, da nach dem Durchschneiden derselben oder nach dem Ausscheiden eines Theils, soweit letzteres möglich, die obere Wand sich nicht nach unten senkt; sie thut es auch in dem Fall nicht, wenn das Auseinanderbiegen nur vermittelst des vorderen Kopfes (M. recti femoris) des vierköpfigen Streckers hervorgebracht wird. Es kann also von einem Klemmen gar keine Rede sein.

Auf welche Art entwickeln sich diese Muskeln und warum existiren sie? Gewiss nicht, um einen zwecklosen Zug auf das Kapselband auszuüben.

Aus den von mir oben dargelegten Thatsachen ist zu ersehen, dass die Musc. subcrurales bei Kindern grösstentheils und auch bei einigen erwachsenen jungen Subjecten nicht existiren. Diese Abwesenheit steht, wie schon früher erwähnt, mit der unvollkommenen Entwickelung der oberen Wand des Kapselbandes in Verbindung. Vergleicht man die vorderen Abschnitte des Letzteren bei Kindern und Erwachsenen, so findet man, dass ausser der relativen Grösse, Festigkeit u. s. w. die Kinderkapsel sich von der der Erwachsenen noch dadurch unterscheidet, dass sie sich bei ersteren vom mittleren Kopfe (M. vasti medii) des vierköpfigen Streckers gut abtrennen lässt,

während sie bei letzteren fast gar nicht getrennt werden kann. In inniger Verbindung damit ist der Umstand, dass die untere Fläche des erwähnten Kopfes des Streckers bei Kindern fleischig ist, bei Erwachsenen sehnig. Vergleicht man jetzt die hinteren Abschnitte der oberen Wand bei denselben Subjecten, so findet man, dass sie sich zum Oberschenkel beinahe gleich locker anheften, so dass die Entwickelung in dieser Richtung, d. h. nach hinten, dem Anscheine nach nicht zunimmt, oder wenigstens sehr wenig. Diese Vergleiche zeigen, dass die Entwickelung des Kapselbandes nicht nur nach oben, sondern auch nach vorn in die Dicke des sie bedeckenden vierköpfigen Streckers stattfindet. Der letztere Umstand ist von besonderer Wichtigkeit: er deutet darauf hin, dass die hauptsächlich auf Kosten des Auseinanderfallens der Elemente, welche ihre Wände bilden, sich erweiternde Höhle einen Theil der hinteren sehnigen Bündel des Musc. extensoris quadricipitis dabei mitnimmt, was natürlich das Abfallen einiger solcher Bündel von der Kniescheibe verursacht. Dieses Abfallen lässt sich am Besten, wie wir später sehen werden, durch den Insertionsmodus der sehnigen, grautrüben Muskelbündel in den vorderen Abschnitten des Kapselbandes beweisen.

Weiter sehen wir, dass die sich bei jungen Subjecten auf den Rändern der Kniescheibe und ebenfalls im mittleren Abschnitte der oberen Wand des Kapselbandes endigenden Musc. subcrurales mit der weiteren Entwickelung des Kapselbandes, hauptsächlich im mittleren Alter, nach hinten zur Mitte der oberen Wand zurückgehen; mit der weiteren Entwickelung des Kapselbandes treten sie noch weiter nach hinten zurück u. s. w. Ihr früherer Platz bleibt unbesetzt, oder es entwickeln sich dort neue ganz ähnliche Bündel. Diese Letzteren rücken allmählich auch nach hinten, um ihrerseits durch neue Bündel ersetzt zu werden u. s. w. Auf diese Art entstehen zwei hintere, zwei mittlere und zwei vordere Bündel der beschriebenen Muskeln, oder vier hintere und vier vordere u. s. w. Dieses (von mir bisher willkürlich benannte) Zurücktreten der Bündel längs der oberen Wand nach hinten steht mit der Verminderung der Bündel in Verbindung. Finden wir bei einem Subjecte vordere

und hintere Bündel, so sind die letzteren doppelt und dreifach so schmal (3—5 Mm.) wie die ersteren ($^1/_2$—1 Cm.). Dieses findet gewöhnlich statt, wenn die Entfernung zwischen den Insertionen bedeutend ist, mit der Entfernung wächst auch der Unterschied in der Breite der einzelnen Bündel.

Es ist noch zu bemerken, dass die hinteren Bündel weiter von einander entfernt sind, als die vorderen. Das die Bündel trennende Bindegewebe ist desto fetter, je weiter die Bündel nach hinten liegen. Ausserdem ist der Insertionsmodus der vorderen und hinteren Bündel verschieden: die ersteren endigen mit grautrüben, mehr oder minder rasch dünn werdenden sehnigen Fasern; ihr Uebergang in den fleischigen Bauch liegt ungefähr in einem Niveau mit den Köpfen des vierköpfigen Streckers. Die hinteren im hinteren Abschnitte der oberen Wand des Kapselbandes sich verlierenden Bündel endigen fleischig, wobei die sehnig endigenden vorderen Bündel so eng mit der Kapselwand zusammenfliessen, dass es unmöglich ist, sie von der letzteren ohne Beschädigung zu trennen; im Gegentheil werden die hinteren Bündel, welche im hinteren Abschnitte oder im Fett zwischen ihm und dem Oberschenkel fleischig endigen, ohne Zwang abgelöst.

Die hintersten Bündel des mittleren Kopfes (M. vastus medius s. cruralis) des Streckers beginnen endlich bei Kindern von der vorderen Fläche des Oberschenkels, oder etwas niedriger, oder sogar horizontal mit den M. M. subcrurales der Erwachsenen.

Alle diese Thatsachen berechtigen mich vollkommen zum Schlusse, dass die Musc. subcrurales (unter dem Einfluss der sich in die Dicke entwickelnden oberen Wand des Kapselbandes) eine Reihe von der Kniescheibe abfallender, hinterer Bündel des mittleren (und zuweilen des seitlichen) [1]) Kopfes des vierköpfigen Streckers darstellen. Ihr Zurückweichen nach hinten, welches mit der Verminderung ihrer Breite in Verbindung steht, die charakteristische (grautrübe) Farbe der sehnigen Enden, ihr

1) In diesem Falle erscheinen anstatt zwei, vier Bündel in einer Frontalfläche.

allmähliches Verschwinden in Folge der Fettdegeneration und die verminderte Festigkeit der Insertion dieser Enden in Folge derselben Degeneration und in derselben Richtung, d. h. nach hinten, alles dies in Verbindung mit den oben angeführten Gründen spricht für die sich allmählich entwickelnde Atrophie der beschriebenen Muskelbündel, welche mit dem Abfallen von der Kniescheibe zugleich auch die günstigen Bedingungen zur weiteren Existenz einbüssen.

Es frägt sich nun, ob man Gründe hat, die M. M. subcrurales als selbstständige Gebilde zu betrachten? Wir müssen diese Frage entschieden verneinen.

Musculi subanconaei.

Nach der ausführlichen Beschreibung der Musc. subcrurales finde ich es für überflüssig, die Musc. subanconaei ausführlich zu besprechen. Theile, welcher sie entdeckte, hielt sie für selbstständige Gebilde, weil seine Vorgänger und Zeitgenossen die ihnen gleichenden Musc. subcrurales für selbstständige Gebilde hielten. Meinen Untersuchungen nach sind sie denselben Veränderungen unterworfen, wie die Musc. subcrurales, wenn auch diese Veränderungen weniger charakteristisch sind. Da ich nun die Selbstständigkeit der Musc. subcrurales nicht anerkenne, und sie als atrophirte Bündel des M. extensoris quadricipitis betrachte, so muss ich über die Musc. subanconaei dasselbe aussagen, d. h. sie als atrophirte Bündel des Musc. tricipitis brachii darstellen.

Kasan, im Juli 1869.

Noch einmal der Ramus collateralis ulnaris nervi radialis.

Von

Dr. W. Krause,
Prof. in Göttingen.

Im Jahre 1864 hatte ich gezeigt, dass der zuerst von Berettinus und Petrioli (1741) abgebildete Ramus collateralis ulnaris nervi radialis kein sensibler zur Ellenbogenkapsel gehender Gelenknerv sei, wie bis dahin die Meisten angenommen hatten, sondern motorischer Natur.

Gegen diese Darstellung trat Gruber auf, indem er in einer Weise, die auf dem Gebiete der präparirenden Anatomie ihre Gefahren mit sich bringt, behauptete: meine Angabe sei nicht für alle Fälle gültig, denn der fragliche Nerv gehe bisweilen zur Ellenbogenkapsel. Die von mir aus halbvergessenen Angaben Bourgery's und Sappey's entnommene Bestätigung meiner Darlegung suchte Gruber, wie es scheint, dadurch abzuschwächen, dass er behauptete, die Genannten hätten von Cruveilhier entlehnt. Wie diese Behauptung gegenüber der Thatsache aufrecht erhalten werden könne, dass Bourgery eine Abbildung nach der Natur zeichnen liess, nicht nach Cruveilhier's nur mit Worten gegebener Beschreibung, ist unverständlich geblieben.

Neuerdings hat Gruber eine lange Auseinandersetzung veröffentlicht, in welcher, anstatt Thatsachen beizubringen, grösstentheils persönliche Beziehungen erörtert werden, für die sich sonst Niemand interessiren dürfte. Darin findet sich aber

das sehr wesentliche Zugeständniss, meine Angaben seien für neunzehn unter zwanzig Fällen vollkommen richtig, nur in Einem Falle habe der übrigens motorische Nerv kleine Zweige zur Ellenbogenkapsel abgegeben. Man sieht, dass der Autor seinen Standpunkt beträchtlich verändert hat. Früher musste Gruber's Ansicht von jedem Unbefangenen so verstanden werden: der Nerv gehe bisweilen als ein sensibler zur Gelenkkapsel — jetzt werden meine Angaben für ganz richtig erklärt, nur sollen mitunter einzelne Aestchen den letzteren Verlauf einschlagen. Die Differenz ist genau so stark, als wenn man vom N. hypoglossus einmal behaupten würde, er vertheile sich mitunter an die Zungenschleimhaut, und ein anderes Mal: derselbe versorge die Zungenmuskeln nicht ohne bisweilen der Schleimhaut feine Reiser zuzuschicken.

In dem erwähnten Zahlen-Verhältniss ist die einzige zur Sache dienliche Behauptung gegeben, welche Gruber im Verlauf des Streites vorgebracht hat. Um so wünschenswerther wäre es gewesen, nicht nur die relative, sondern auch die absolute Anzahl der untersuchten Fälle mitzutheilen. Oder sollten von dem leicht zugänglichen Object nur 20 Fälle im Ganzen geprüft worden sein? Gruber hat so viel mit Statistik sich beschäftigt, dass er gewiss die Richtigkeit dieser Forderung anerkennen wird. Möchte es dem genannten Autor gefallen, seine ohne Zweifel umfassenden Untersuchungen über den R. collateralis in nicht zu ferner Zeit detaillirter zu veröffentlichen. Von anderer Seite her kann dazu leider nichts beigetragen werden, denn wenn man einmal einen Nerven für einen motorischen, nicht sensiblen hält, so nützt es nichts zu versichern, dass man in noch so vielen Fällen keine tiefgreifende Anomalie gefunden habe. Eine einzige, vorurtheilsfrei und mit Berücksichtigung gewisser Muskelstreifchen angestellte, positive Beobachtung dagegen würde beweisen, dass am Ende auch hier Varietäten vorkommen, was meinerseits in Bezug auf den neuesten Standpunkt der Frage freilich durchaus nicht bestritten werden sollte. Es war nämlich nicht mehr erklärt worden, als dass ich selbst niemals etwas Anderes gefunden hätte, als das jetzt auch von Gruber als solches anerkannte normale Verhalten.

Die Venen des menschlichen Kehlkopfes.

Von

Dr. H. v. Luschka,
Prof. in Tübingen.

(Hierzu Taf. XI. A.)

Aus den höchst dürftigen bisher über die Venen des Stimmorgans gemachten Angaben, welche sich schliesslich darauf beschränken, dass dieselben dem Verlaufe und der Vertheilung der Arterien entsprechen, geht mit Sicherheit hervor, dass diese Bestandtheile des Larynx noch nicht Gegenstände besonderer Untersuchung gewesen sind. Und doch fehlt es nicht an Eigenthümlichkeiten ihrer Anordnung und Beziehungen, welche sowohl das morphologische als auch das practische Interesse zu erwecken im Stande sind. Ich glaube deshalb vollkommen berechtigt zu sein, meine auf gelungene Injectionen basirten Wahrnehmungen in der Literatur niederzulegen. Entsprechend der innigen, durch Musculatur und Schleimhaut bewerkstelligten Verbindung des Schlundkopfes mit dem Larynx, stehen auch ihre Venen unter sich in einem derartigen Zusammenhange, dass eine alle Verhältnisse und Beziehungen umfassende Schilderung der Kehlkopfsvenen den Pharynx nicht ausser Acht lassen darf.

Zur Erzielung sicherer Anhaltspunkte für die Vergleichung des Verhältnisses der Venen zu den Arterien des Larynx muss zunächst an die Anordnung der letzteren erinnert werden. Auf

jeder Seite sind es aber dreierlei arterielle Bahnen, welche theils den Geweben des Kehlkopfs Blut zuführen, theils Anastomosen zu bilden haben. Die stärkste, durchschnittlich $1^3/_4$ Mm. dicke Art. laryngea superior geht vielleicht eben so häufig direct aus der Carotis externa hervor, als sie vom Anfange der oberen Schilddrüsen-Pulsader entspringt. Nachdem die Ader das Lig. thyreo-hyoideum durchbohrt und den Ramus epiglotticus abgegeben hat, zieht sie steil unter der Schleimhaut des Recessus pharyngo-laryngeus, ihr und der Musculatur Zweige ertheilend, gegen die Mitte des unteren Randes der Seitenplatte des Schildknorpels herab. Ehe sie denselben erreicht, erfolgt ihre Spaltung in zwei ungleich dicke Endäste, von welchen der stärkere sich in einen Zweig der Art. crico-thyreoidea, der schwächere sich in einen Zweig der Laryngea inferior fortsetzt. Die kaum 3—4 Mm. dicke, aus der Thyreoidea inferior entspringende Art. laryngea inferior zerfällt in zwei Hauptäste, von welchen der dickere zur Ausbreitung im Musc. crico-arytaenoideus posticus bestimmt ist, während der viel dünnere dicht hinter der Articulatio crico-thyreoidea emporsteigt, um die genannte Anastomose mit dem correspondirenden Aste der Laryngea superior einzugehen. Die der unteren Kehlkopfspulsader an Dicke nahezu gleichkommende Art. crico-thyreoidea geht meist aus dem absteigenden Schenkel der Anfangsbiegung der Thyreoidea superior hervor und zieht schräg über den M. thyreo-pharyngeus und thyreo-hyoideus medianwärts herab. In der Nähe des unteren Randes der Seitenplatte des Schildknorpels erfolgt die Theilung des Stämmchens in zwei Endäste. Der eine fliesst mit dem gleichnamigen Aste der entgegengesetzten Seite unter Bildung eines Bogens zu einem kurzen, kaum $^1/_2$ Mm. dicken Stämmchen zusammen, welches das Lig. crico-thyreoideum medium an der Grenze seines oberen und mittleren Drittels durchbohrt, um sich in der Schleimhaut des unteren Kehlkopfraumes auszubreiten. Der laterale Endzweig der Art. crico-thyreoidea krümmt sich nach aussen und oben, wobei er zwischen dem unteren Rande der Seitenplatte des Schildknorpels und dem medialen Rande des Musc. crico-thyreoideus hindurchschlüpft, um mit dem dickeren Endaste der

Art. laryngea superior zu communiciren. Dieses letztere Gefäss geht demgemäss mit den beiden anderen Kehlkopf-Pulsadern intralaryngeale Anastomosen ein, welche nach Hyrtl[1]) nicht sowohl zu Gunsten des Larynx als vielmehr deshalb vorhanden sind, um die Bahnen der sonst unter sich nicht communicirenden oberen und unteren Schilddrüsenarterie in Verbindung zu bringen.

Insoweit die Venen des Kehlkopfes seinen Pulsadern entsprechen, begleiten sie im Wesentlichen die Stämme derselben. Die Vena laryngea superior, welche mit der gleichnamigen Arterie die Membrana thyreo-hyoidea durchbricht, fliesst, nachdem sie Zweige aus dem unteren und mittleren Schnürer aufgenommen hat, meist mit einer oberen Schilddrüsenvene zusammen, welche von J. Gottl. Walter[2]) darnach „Vena thyreo-laryngea" genannt worden ist. Der Stamm der Vena laryngea superior geht in der Tiefe des Recessus pharyngo-laryngeus aus einem Geflechte hervor, welches das Blut aus der Plica ary-epiglottica, sowie aus den Muskeln der lateralen Wand des Cavum laryngis empfängt. Nach aufwärts steht das Geflecht mit den später zu schildernden Venae dorsales linguae, nach abwärts mit dem Plexus pharyngo-laryngeus in Communication und geht ausserdem nach Analogie der Arterie durch zwei Aeste mit den beiden anderen Kehlkopfsvenen Anastomosen ein. Der eine Ramus anastomoticus steigt über den Musc. crico-arytaenoideus lateralis herab, und tritt zwischen dem Schild- und Ringknorpel zu Tage, um mit der Vena cricothyreoidea eine Verbindung einzugehen, während der zweite Communicationszweig sich in die Vena laryngea inferior fortsetzt. Dieses letztere Gefäss, welches hauptsächlich das Blut aus dem Musc. crico-arytaenoideus posticus aufnimmt, steigt in Begleitung der gleichnamigen Arterie hinter der Articulatio crico-thyreoidea herab.

Nach der gangbaren Vorstellung findet der Uebergang der

---

1) Oesterreichische Zeitschrift für practische Heilkunde. VI. Jahrgang. Wien 1860. S. 312.

2) Observationes anatomicae. Berolini 1775. Venae, capitis et colli. p. 64.

unteren Kehlkopfblutader ohne Weiteres in die Vena thyreoidea inferior statt. Diese Angabe muss jedoch dahin modificirt werden, dass die Einmündung in einen Venenkranz geschieht, welcher den Anfang der Luftröhre völlig umschliesst. Dieser in seiner Gesammtheit der bisherigen Beobachtung entgangene Circulus venosus trachealis ist das Resultat der Communication von Aesten sämmtlicher Venen der Schilddrüse. Insoweit dieser Kranz dem unteren Rande des Isthmus der Glandula thyreoidea entspricht, ist er von Hyrtl[1]) als Plexus thyreoideus impar bezeichnet worden. Diese vordere Abtheilung des Ringes geht aber nur aus den untersten Schilddrüsen-Venen hervor, und sendet auf der Trachea herabsteigende Zweige aus, die entweder zu einer unpaaren Vena thyreoidea ima zusammenfliessen, oder in eine solche, wenn sie in anderer Weise gebildet worden ist, ihre Einmündung erfahren. Die hintere Abtheilung des Venenkranzes schliesst sich an den unteren Rand der Platte des Ringknorpels an, und umgreift also nur hier den Anfang der Trachea, indessen die vordere Abtheilung um die Höhe des Isthmus weiter nach abwärts reicht. Erst nach sorgfältiger Entfernung des oberen, durch eine elastische Sehne mit der Platte des Ringknorpels zusammenhängenden Endes der Speiseröhre kommt hier nach glücklicher Injection der Venenkranz zum Vorschein. Da, wo er im Begriff ist sich unter der Articulatio crico-thyreoidea nach vorn umzubiegen, findet in denselben die Einmündung der Vena laryngea inferior statt. Häufig erscheint diese als ungeschwächte Fortsetzung des Ramus anastomoticus posterior der oberen Kehlkopfsvene, so dass die Einmündung des Ramus crico-arytaenoideus posticus, welcher das Blut aus dem gleichnamigen Muskel ableitet, selbstständig neben jenem in den genannten Venenkranz geschieht.

Die Vena crico-thyreoidea kommt meist als treue Wiederholung der gleichnamigen Arterie vor. Das dünne, schräg lateralwärts über den Musc. thyreo-pharyngeus emporsteigende Gefäss mündet in eine obere Schilddrüsenvene ein

---

1) a. a. O.

und geht sowohl aus einer Fortsetzung des zwischen Ring- und Schildknorpel auftauchenden Ramus communicans der Vena laryngea superior, als auch aus einem Stämmchen hervor, welches das Lig. crico-thyreoideum medium durchbohrt hat. In einem mir vorliegenden Falle geht das Gefäss Verbindungen mit einer Vene ein, die von der Gegend des Zungenbeins aus über den Schildknorpel herabsteigt, etliche Zweige aus jenem Bande aufnimmt und sich mitten in einen Gefässbogen einsenkt, welcher am oberen Rande des Isthmus der Schilddrüse aus dem Zusammenflusse der Venae thyreoideae superiores hervorgegangen ist. Auch am unteren Rande des Isthmus fand hier ein bogiger Zusammenfluss der unteren Schilddrüsenvenen statt, aus welchem eine Vena thyreoidea ima hervorging, die in der Mittellinie der Luftröhre nach abwärts verlief.

Ausser den geschilderten Verbindungen der Kehlkopfvenen unter einander finden auch Communicationen mit den Venen des Rückens der Zungenwurzel, sowie mit einem submucösen Plexus statt, welcher der Pars laryngea des Schlundkopfes angehört. Die Venae dorsales linguae breiten sich im Gebiete des Rückens der Zungenwurzel von den Papillae circumvallatae bis zum vorderen Umfange des Kehldeckels und der Plicae pharyngo-epiglotticae aus. Sie entsprechen im Wesentlichen der Vertheilung des Ramus dorsalis der Arteria lingualis, welcher bekanntlich jene Papillen sowie die Drüsen der Zungenwurzel zu versorgen hat. Die Venen beginnen zwischen den Papillae circumvallatae mit einer zarten Ramification, aus welcher auf jeder Seite 3—4 Stämmchen hervorgehen, die anfangs longitudinal nach hinten herabsteigen, dann lateralwärts eine transversale Richtung verfolgen, um zwischen der Schleimhaut und dem Musc. hyo-glossus nach aussen zu gelangen und ihre Einmündung in die Vena lingualis communis zu erfahren. Einzelne dieser Venen, welche die Valleculae sowohl umkreisen als auch unter der Schleimhaut dieser Gruben liegen und Zweige aus der vorderen Seite des Kehldeckels aufnehmen, fliessen theilweise von beiden Seiten her unter sich zusammen, wobei sie das Lig. glosso-epiglotticum medium durchsetzen.

Die Venen der Zungenwurzel haben eine sehr oberflächliche

Lage, so dass sie auch bei natürlicher Füllung deutlich durch die Mucosa hindurchscheinen und mit Hülfe des Kehlkopfspiegels während des Lebens gesehen werden können. Die grösseren unter ihnen besitzen bisweilen eine ausgezeichnete Stärke, so dass sie als rabenfederkieldicke bläuliche Stränge erscheinen. Nach den Erfahrungen von V. v. Bruns[1]), welcher den Venen des Rückens der Zungenwurzel bei seinen laryngoskopischen Untersuchungen eine specielle Aufmerksamkeit zugewendet hat, waren die Aestchen in einzelnen Fällen mit kleinen, höchstens hirsekorngrossen Varicositäten besetzt, die dem papillenfreien Schleimhautüberzuge der Zungenwurzel ein roth punktirtes Aussehen verliehen haben.

Ohne Ausnahme gehen die oberflächlichen Venen der Zungenwurzel Communicationen mit Aesten der Vena laryngea superior ein. Die meist sehr starken Rami communicantes steigen dicht neben dem Seitenrande des Kehldeckels unter der Schleimhaut der Plica pharyngo-epiglottica in die Höhe, um neben der Vallecula ihre Zusammenmündung mit einer dorsalen Zungenvene zu erfahren. Abgesehen von der Möglichkeit, diese Communicationsäste unter Umständen während der laryngoskopischen Untersuchung neben dem Kehldeckel als bläuliche Striemen zu erblicken und sie bei Verletzungen oder Erosionen als Quelle einer reichlicheren Blutung zu erkennen, gewinnen dieselben noch dadurch ein bedeutendes Interesse, dass sich durch sie örtliche Blutentziehungen bei intralaryngealen Kreislaufsstörungen u. dgl. erzielen lassen. Jedenfalls liegt der Gedanke nahe, dass Ableitungen vom Kehlkopfe durch Scarificationen der Rückenseite der Zungenwurzel möglich und mit Hülfe des Kehlkopfspiegels wohl ohne erhebliche Schwierigkeiten ausführbar sind.

Nach abwärts findet eine Communication mehrerer Aeste der Vena laryngea superior mit einem Geflechte statt, welches sich unter derjenigen Abtheilung der Schleimhaut des Pharynx befindet, die sich über die Platte des Ringknorpels ausbreitet. Dieses Geflecht setzt sich nach beiden Seiten hin unter

---

1) Die Laryngoskopie und die laryngoskopische Chirurgie. Tübingen 1865. S. 69.

die Schleimhaut der gegenüberliegenden Wand des Schlundkopfes fort, um, allmälig schwächer werdend, sich im submucösen Zellstoffe der Speiseröhre zu verlieren. Dasselbe erscheint als eine Art von bipolarem Wundernetze, welches einerseits mit Aesten der Venae laryngeae superiores in Verbindung steht, die von beiden Seiten über den Musc. arytaenoideus transversus herabsteigend, in dasselbe übergehen, andererseits durch mehrere Aeste, welche die Constrictoren durchsetzen, mit dem Plexus pharyngeus in Verbindung treten, der bekanntlich die Aussenseite des Schlundkopfes umspinnt. Von diesem letzteren superficiellen Geflechte unterscheidet J. Cruveilhier ein tiefes, über das er ganz im Allgemeinen bemerkt: „Il existe sous la muqueuse pharyngienne un réseau veineux à mailles extrèmement serrées, duquel émanent des branches, qui vont s'unir à celles provenant du plexus pharyngien superficiel.“[1]) Aus dem Umstande, dass Cruveilhier dem ganzen Pharynx ohne Weiteres ein submucöses Venengeflecht zuschreibt, und dasselbe als ein Netz mit sehr engen Maschen bezeichnet, möchte ich vermuthen, dass er darunter nur eben ein Netz verstanden hat, wie es in jedem submucösen Zellstoff als Uebergangsformation zur gröberen Venenanordnung getroffen wird. Das auf die unterste Abtheilung des Pharynx beschränkte Vorkommen eines dichten, vorzugsweise aus weiten Venen gebildeten, so auffallend angeordneten Geflechtes hätte Cruveilhier, wäre dasselbe wirklich zu seiner Beobachtung gelangt, sicherlich zu anderweitigen Bemerkungen Anlass gegeben.

Wenn man erwägt, dass jenes Geflecht gerade da angebracht ist, wo die Lichtung des Schlundkopfes ausserhalb des Zustandes der Deglutition und zwar ohne Einfluss eines musculösen Sphinkters so gut wie aufgehoben, d. h. hinter der Platte des Ringknorpels durch Berührung der einander gegenüberliegenden Schleimhautflächen in eine enge Spalte verwandelt ist, wird die Voraussetzung wohl begründet sein, dass dieser Verschluss wesentlich von der Füllung jenes mächtigen submucösen Venengeflechts abhängig ist. Dieser „Plexus pharyngo-

1) Traité d'anatomie descriptive. Trôis. Ed. Tom. III. p. 52.

laryngeus" hat ohne allen Zweifel die Bedeutung eines leicht compressiblen Gewebes, welches der andringenden Schlingsubstanz nur ein Minimum von Hinderniss entgegensetzt und nach Beseitigung der comprimirenden Einwirkung zur Wiederaufnahme von Blut stets bereit ist.[1])

Erklärung der Abbildung.

Die Venen des Kehlkopfs sind nach künstlicher Injection derselben von der Höhle des Pharynx aus in ihrem Zusammenhange mit den Venen des letzteren Organes sowie des Rückens der Zungenwurzel durch Entfernung der Schleimhaut in natürlicher Grösse zur Ansicht gebracht.

1 Rücken der Zungenwurzel. 2. 2. Seitwärts auseinander gelegte Wand des in der hinteren Mittellinie gespaltenen Schlundkopfes. 3. Luftröhre. 4. 4. Schilddrüse. 5. Vena thyreoidea superior. 6. Vena thyreoidea media. 7. Vena thyreoidea inferior. 8. Circulus venosus trachealis. 9. Vena laryngea superior. 10. Vena laryngea inferior. 11. 11. Venae dorsales linguae. 12. 12. Ramus communicans der Vena laryngea superior mit den Rückenvenen der Zunge. 13. 13. 13. Plexus venosus pharyngo-laryngeus.

---

1) Vergl. J. Henle, Ueber das cavernöse Gewebe. Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. 1863. Nr. 9.

Die Cartilago interarytaenoidea des menschlichen Stimmorganes.

Von

Dr. H. v. Luschka,
Prof. in Tübingen.

(Hierzu Taf. XI. B.)

Je leichter gewisse Bestandtheile des Kehlkopfes laryngoskopischen Betrachtungen und therapeutischen Eingriffen zugänglich sind, um so mehr verdienen sie auch vom Standpunkte der Anatomie jenes Organes aus berücksichtigt zu werden. Zu den ohne alle Schwierigkeit wahrnehmbaren Stellen des Larynx gehört aber unter Anderem die Incisura interarytaenoidea mit ihrer nächsten Umgebung, welche schon deshalb die vollste Aufmerksamkeit verdienen, weil sie im Leben einem vielfachen Wechsel unterworfen sind. Die in der Mittellinie der hinteren Kehlkopfswand verlaufende Incisura interarytaenoidea s. rimula bietet aber eine von der jeweiligen Stellung der Pyramidenknorpel abhängige Form und Grösse dar. Bei möglichster Annäherung derselben erscheint sie als enges, höchstens 5 Mm. langes Spältchen, welches etwa dem oberen Drittel der verticalen Höhe jener Knorpel entspricht. Auf jeder Seite seines Anfanges erhebt sich ein rundliches Knötchen — tuberculum Santorinianum —, das um so weiter von der Mittellinie nach aussen rückt, je mehr sich die Cartilagines arytaenoideae von

einander entfernen. Der gegenseitige Abstand beider Knötchen kann sich bis auf 2 Cm. belaufen, wobei die Rimula in eine eben so breite, flache, kaum ausgeschweifte Kerbe verwandelt wird. Allein die ursprünglich spaltenförmige Incisur gewinnt hierbei an Breite nicht blos, was sie an Tiefe eingebüsst hat, sondern kann durch die von Muskeln bewirkte Dehnung gewisser Bestandtheile um das Doppelte vergrössert und stets wieder in das frühere Verhältniss zurückgeführt werden. Sowohl die Bildung der Rimula als auch die Fähigkeit derselben, mannigfache vorübergehende Abänderungen zu erfahren, wird bedingt und gesichert durch ein elastisches Gerüste, über welchem sich eine, den erforderlichen Grad der Verschiebbarkeit gestattende Schleimhaut ausbreitet. Die zur Bildung der Rimula wesentlich beitragenden Theile sind aber die Santorini'schen Knorpel, sowie ein in ihrem Dienste stehender Bandapparat, an welchen letzteren sich bisweilen ein unpaarer Knorpel anschliesst, so dass wir also speciell zu betrachten haben:

1. Die Santorini'schen Knorpel.

Diese eine wandelbare Grösse darbietenden, durchschnittlich 5 Mm. langen, aus Netzknorpel bestehenden Aufsätze der Cartilagines arytaenoideae, die von Santorini sogenannten „Cornicula arytaenoidum“ haben eine im Wesentlichen kegelähnliche Gestalt. Sie sind zum Zwecke ihrer Convergenz in der Art bald stärker bald schwächer nach rückwärts — medianwärts gekrümmt, dass man ein aufsteigendes und ein absteigendes Stück unterscheiden kann, die an der Stelle ihres Ueberganges einen knieartigen Vorsprung bilden, welcher dem Scheitel des Tuberculum Santorinianum entspricht.

Die Grundfläche der Santorini'schen Knorpel steht mit der abgerundeten Spitze der Cartilagines arytaenoideae in beweglicher Verbindung, die sich jedoch, wie die von einander abweichenden Angaben guter Beobachter beweisen mögen, nicht immer gleich verhält. Während z. B. E. H. Weber[1]) ganz

1) Fr. Hildebrandt's Handbuch der Anatomie. Vierte Aufl. Bd. IV. S. 161.

allgemein einen gegliederten, durch eine Synovialkapsel vermittelten Zusammenhang beider Knorpel annimmt, geschieht derselbe nach C. Fr. Th. Krause [1]) lediglich blos durch schlaffe elastische Bänder, was auch die Untersuchungen von Tourtual [2]) bestätigt haben, welcher das Vorkommen einer Synovialkapsel gänzlich in Abrede stellt. Zu der gleichen Ansicht bekennt sich auch Henle [3]), indessen Fr. Arnold [4]) eine vermittelnde Stellung annimmt, wenn er berichtet, dass die Verbindung zwischen den Cartilagines Santorinianae und arytaenoideae entweder durch kleine zarte Gelenkkapseln oder durch schlaffe Fasern zu Stande gebracht werde. Aus dieser letzteren, obwohl mit fremden und eigenen Erfahrungen nicht im Widerspruch stehenden Angabe geht jedoch keineswegs hervor, was man als Regel und was man als Ausnahme zu betrachten habe, so dass die auf eine grössere Summe eigener Beobachtungen gestützte Darlegung des Sachverhaltes keineswegs überflüssig erscheinen kann.

Bei Gelegenheit der im Verlaufe der Zeit mit grösster Sorgfalt angestellten Zergliederung von mehr als hundert Kehlköpfen erwachsener Menschen habe ich es nicht versäumt, unter Anderem auch das Augenmerk auf die Beschaffenheit der Verbindung zwischen den Santorini'schen und Giessbeckenknorpeln zu lenken. In der weitaus überwiegenden Mehrzahl, mindestens in $^3/_4$ der Fälle begegnete mir eine durchaus solide Verbindung, eine Art von dehnbarer Bandscheibe, welche den Zusammenhang der abgerundeten Spitze der Cartilagines arytaenoidae mit der convexen Basis der Santorini'schen Knorpel vermittelt hat. In Uebereinstimmung mit der Form jener Verbindungsflächen besitzt die Bandscheibe eine biconcave Gestalt, so dass sie in der Mitte am dünnsten, jedoch in der Pe-

1) Handbuch der menschlichen Anatomie. Zweite Aufl. Hannover 1841. S. 585.

2) Neue Untersuchungen über den Bau des menschlichen Schlund- und Kehlkopfes. Leipzig 1846. S. 104.

3) Handbuch der Eingeweidelehre des Menschen. S. 242.

4) Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg i. B. 1847. Bd. II. S. 146.

ripherie nicht von gleicher Mächtigkeit, sondern medianwärts dicker als lateralwärts ist. Sie besteht aus einer in transversaler Richtung gestreiften, oder auch wirklich faserig zerfallenen, an feinen elastischen Fibrillen reichen, mit dem Gewebe des Perichondrium continuirlichen Grundsubstanz, in welche oblonge und lanzettlich geformte, mit ihrer Längenaxe den Faserzügen parallel gestellte Knorpelzellen eingestreut sind, so dass die genannte Verbindung mit Henle für gewöhnlich ohne Weiteres als „Synchondrosis ary-corniculata" bezeichnet werden muss.

Nachdem man weiss[1]), dass die Höhlen der Gelenke durch theilweise Verflüssigung ursprünglich solider Verbindungsmittel entstehen, lässt es sich voraussetzen, dass ausnahmsweise, jedoch innerhalb des Breitegrades der Normalität ein solcher Process in der Synchondrosis ary-corniculata stattfinden kann, wie umgekehrt sonst gesetzmässig auftretende Gelenke auf der früheren Stufe verharren können. In der That begegnet man bald nur rechts oder links, bald auf beiden Seiten den verschiedensten Phasen der Entwickelung eines Gelenkes zwischen dem Santorini'schen und dem Giessbeckenknorpel. Man findet bald nur eine kleine, kaum mohnsamengrosse Höhle, welche noch ringsum von gefässlosem Faserknorpelgewebe begrenzt wird, bald eine weit gegen die Peripherie fortgeschrittene Spalte, die von einer Synovialhaut umschlossen ist. Die abgerundete Spitze des Pyramidenknorpels ändert hierbei die Form nicht, wohl aber kann die convexe Grundfläche der Cartilago Santorini eine congruente Aushöhlung erfahren, aber auch die ursprüngliche Gestalt beibehalten, was dann der Fall ist, wenn die Bandscheibe als ein biconcaver Keil von der ganzen Peripherie aus gegen das Centrum der Gelenkspalte hereindringt. In sehr seltenen Ausnahmefällen beginnt die Schmelzung nicht im Centrum der Synchondrosis ary-corniculata, sondern in der Nähe der Verbindungsfläche beider Knorpel. Es kann bei diesem Vorgange ein Theil der Synchondrosenmasse zwischen den

1) H. Luschka, Zur Entwickelungsgeschichte der Gelenke. J. Müller's Archiv 1855. S. 481.

an zwei Stellen auftretenden Gelenkspalten der Verflüssigung entgehen und sich zwischen beiden als Scheidewand, als eine Art von Meniscus erhalten, woraus der Typus eines zweikammerigen Gelenkes resultirt.

2. Der Bandapparat zwischen den Cartilagines Santorini und der Platte des Ringknorpels.

Die beiden Santorini'schen Knorpel hängen sowohl untereinander als auch mit dem oberen Rande der Platte des Ringknorpels durch einen Bandapparat zusammen, dessen wesentliche Anordnung schon Santorini[1]) schildert, indem er bemerkt: „Ab summo capitulorum apice demittuntur utrinque alba, firma, teretia corpora ligamentis similia, quae capitulorum intercapedinem firmissime posterius arytaenoideo musculo adhaerescunt ac inferius deducta proximo cricoidis dorso, cui demum inseruntur, eas partes connectunt.“ Während dieser Bandapparat später gänzlich unbeachtet blieb, ist derselbe in neuerer Zeit von E. Fr. Naumann[2]) als „Ligamentum crico-Santorinianum“, von mir[3]) als „Lig. jugale cartilaginum Santorini“, von Henle[4]) als „Lig. crico-corniculo-pharyngeum“ aufgeführt und näher beschrieben worden. Er besteht aus zwei, gleichsam fadenförmige Ausläufer der Spitzen der Santorini'schen Knorpel darstellenden elastischen, 6 Mm. langen Bändchen, welche entsprechend dem Ende der Rimula unter sich zusammenfliessen. Das Ende der Rimula coincidirt aber meist mit dem oberen Rande des Musc. arytaenoideus transversus. Doch kommt es auch häufig vor, dass dasselbe weiter nach abwärts weicht und demgemäss von einem transversalen Wulste überragt wird, auf welchen sich oft genug die longitudinalen Schleimhaut-Fältchen der hinteren Kehlkopfwand fortsetzen. Aus dem Zusammenflusse jener ligamentösen Ausläufer der Santorini'schen Knorpel geht ein platter Bandstreifen hervor,

---

1) Observationes anatomicae Venetiis 1724. Cap. VI. p. 97.
2) Om byggnaden af luftrörshufvudet. Lund 1851.
3) Die Anatomie des menschlichen Halses. Tübingen 1862 S. 270.
4) Eingeweidelehre. S. 248.

welcher hinter den Musculi arytaenoidei transversus und obliqui zur Mitte des oberen Randes der Lamina cricoidea herabsteigt und meist Faserzüge zur Schleimhaut des Pharynx entsendet, um während der Deglutition allzugrosse Verschiebungen derselben am Kehlkopfe zu verhindern. Doch scheint mir dies schon aus dem Grunde nicht die Hauptaufgabe des genannten Bandapparates zu sein, weil jene Ausstrahlung bisweilen gänzlich vermisst wird. Ohne allen Zweifel ist es dagegen seine wesentliche Bestimmung: das Verhältniss der Stellung der Santorini'schen Knorpel zu wahren, also namentlich die jedesmalige Rückkehr derselben in die Gleichgewichtslage zu unterstützen, sobald der ihre gegenseitige Entfernung bewirkende Muskeleinfluss aufgehört hat.

3. Die Cartilago interarytaenoidea.

Die bisherigen Erörterungen mussten vorausgeschickt werden, um das nöthige Verständniss der räumlichen Beziehungen dieses nur höchst selten vorkommenden Kehlkopfgebildes zu gewähren. Die gelbliche, aus Netzknorpel bestehende Cartilago interarytaenoidea befindet sich zwischen den Giessbeckenknorpeln, an der unteren Grenze der Rimula, wo sie mit dem Gewebe des Lig. jugale da innig zusammenhängt, wo die beiden Seitenhälften desselben unter spitzem Winkel zur Bildung eines mittleren unpaaren Stranges in gegenseitige Verbindung treten. Der Knorpel hat demgemäss eine sehr oberflächliche, nur von Schleimhaut und Drüsen bedeckte Lage, so dass er bei einer gewissen Grösse gegen die Höhle des Schlundkopfes herein ein entsprechendes Relief bilden kann. In einem von mir beobachteten Falle machte er sich dicht unter der Rimula in Gestalt eines gelblichen Hügelchens bemerklich, welches bei der laryngoskopischen Betrachtung für einen kleinen Abscess hätte gehalten werden können.

Nach meinen bisherigen Erfahrungen hat der Knorpel einen wandelbaren, jedoch immer nur geringen Umfang, welcher zwischen der Grösse eines Hirsekorns und eines Hanfsamens schwankt. Auch seine im Allgemeinen rundliche Form bleibt

sich nicht immer gleich, indem sie bald annähernd kugelig, bald mehr oder weniger oval ist, wobei alsdann das obere stumpfe Ende angewachsen, das spitze frei zu sein pflegt.

Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, dass die Kenntniss des wenn auch sehr ausnahmsweisen Vorkommens der Cartilago interarytaenoidea schon deshalb einiges Interesse hat, weil dieselbe bei einer gewissen Grösse schon laryngoskopisch nachweisbar ist, überdies zum Ausgangspunkte einer gegen das Cavum pharyngis geschehenden Wucherung werden kann. Aber auch vom rein morphologischen Standpunkte dürfte der Knorpel der Aufmerksamkeit werth sein, da er einigermaassen an eine Formation erinnert, welche gesetzmässig zwischen den Cartilagines arytaenoideae des Hundes vorkommt. Bei diesem Geschöpfe und wahrscheinlich noch bei manchen anderen Säugethieren befindet sich zwischen den Basen der beiden Giessbeckenknorpel, mediale Fortsätze derselben deckend, nahe dem vorderen Rande der Platte des Ringknorpels ein, jedoch nicht aus netzförmigem, sondern aus hyalinem Knorpel bestehendes, plattes Stückchen, mit welchem die meisten Bündel des Musc. arytaenoideus transversus in Verbindung treten, so dass er also die Seitenhälften desselben, gleichsam als „Inscriptio cartilaginea“ zusammenjocht und bei ihrer Contraction das Punctum fixum abgiebt. Mit der Mitte seines dem Schlundkopfe zugekehrten Randes hängt ein plattes, kaum linsengrosses kreisrundes Knorpelscheibchen durch Bandmasse zusammen, das jedoch keinen Muskelbündeln zur Anheftung dient.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I.

Hintere Ansicht der Platte des Ringknorpels mit dem Lig. jugale cartilaginum Santorini und der Cartilago interarytaenoidea in $2^1/_2$maliger Vergrösserung.

1 Platte des Ringknorpels. 2 2 Cartilago arytaenoidea. 3 3 Cartilago Santorini. 4 4 Cartilago sesamoidea. 5 Lig. jugale cartilaginum Santorini. 6 Cartilago interarytaenoidea.

Fig. II. III. IV.

Die Cartilago arytaenoidea und Santorini in der Ansicht von hinten in $2^1/_2$ maliger Vergrösserung zur Darlegung der verschiedenen Arten ihrer Verbindung untereinander.

1 Synchondrosis ary-corniculata als gewöhnlichste Art der Verbindung. b Articulatio ary-corniculata mit einfacher Gelenkspalte. c Articulatio ary-corniculata mit doppelter Gelenkspalte.

Ueber den Einfluss des Curara auf die elektromotorische Kraft der Muskeln und Nerven.

Von

Hermann Roeber.

Das Studium der Gifte ist von jeher für die Entwickelung der Physiologie von unzweifelhafter Wichtigkeit gewesen, namentlich hat die Vervollkommnung unserer Kenntnisse von den Functionen des Nervensystems fast gleichen Schritt gehalten mit der Ausbildung der Methoden zur Erforschung der Wirkungen der sogenannten „narkotischen“ Gifte.

Während aber bisher das Studium dieser Gifte sich mehr noch auf diejenigen Veränderungen der physiologischen Functionen beschränkte, welche sich unmittelbar dem Blicke darboten, ist es jetzt vielleicht an der Zeit, an der Hand der vervollkommneten Methoden der Untersuchung, nach etwaigen Veränderungen zu forschen, welche die verborgenen elektrischen Kräfte der Muskeln und Nerven erfahren unter der Einwirkung verschiedener, diese Organe in ihren anderweitigen Thätigkeiten beeinflussenden Stoffe. Denn es steht zu erwarten, dass auch in diesem Gebiet die Gifte der Entzifferung der, noch so wenig erklärbaren, Vorgänge denselben Dienst leisten werden, wie sie es für die Nervenphysiologie im Allgemeinen gethan haben.

Zur Förderung dieser Aufgabe der Forschung erlaube ich mir im Folgenden einen Beitrag zu liefern.

Bei Fröschen nämlich, die ich für andere Zwecke mit Cu-

rara vergiftet hatte, zeigten sich Erscheinungen, welche eine Steigerung der elektromotorischen Kraft ihrer Muskeln vermuthen liessen, und ausgerüstet durch die Güte des Herrn Prof. du Bois-Reymond mit allen neueren Hülfsmitteln der Untersuchung, unternahm ich es daher, in dem hiesigen physiologischen Laboratorium diesen Einfluss des Giftes einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen.

Ehe ich die Resultate derselben mittheile, sei es mir gestattet, der vielseitigen Unterstützung und Förderung, welche Herr Prof. du Bois-Reymond meinen Bestrebungen zuwandte, hier mit dem innigsten Danke Erwähnung zu thun; ebenso fühle ich mich Herrn Prof. Rosenthal für seine stets bereite Unterstützung in Rath und That zu lebhaftem Danke verpflichtet.

Die bemerkenswerthe Einwirkung des Curara auf die motorischen Nerven musste nothwendiger Weise die Aufmerksamkeit auf das Verhalten der elektrischen Ströme bei curarisirten Thieren lenken, und wir finden daher schon bei Kölliker[1]) folgende kurze Erwähnung derselben: „Zum Schluss“, sagt Kölliker, „will ich noch bemerken, dass die Muskeln von vergifteten Fröschen und Kaninchen den Muskelstrom in gewohnter Weise zeigen.“ (a. a. O. S. 63). Sodann beobachtete Funke[2]), dass die elektromotorische Wirksamkeit der motorischen Nervenstämme durch die Einwirkung des Urari nicht allein nicht herabgesetzt wird, sondern dass sogar die Grösse der negativen Schwankung ihres Stromes bei der Reizung nicht unbeträchtlich sich gegen die des normalen Nerven erhöht zeigt. Der ruhende Nervenstrom zeigte beim vergifteten Präparat keinen constanten Unterschied von der Stärke desselben beim unvergifteten Nerven, hingegen zeigte sich die elektromotorische

1) A. Kölliker, Physiologische Untersuchungen über die Wirkung einiger Gifte. Virchow's Archiv f. path. Anat. u. s w. 1856. X. S. 1 ff.

2) O. Funke, Beiträge zur Kenntniss der Wirkung des Urari und einiger anderer Gifte. Sitzungsberichte der sächs. Ges. d. Wiss. Math.-phys. Klasse. Januar 1859. S. 1—29.

Wirksamkeit der Nervenwurzeln des curarisirten Beines deutlich gesteigert (a. a. O. S. 11 u. 13).

Diese Beobachtungen Funke's erfuhren später von v. Bezold[1]) ihre Bestätigung und Ergänzung. Dieser Forscher bediente sich, wie Funke, hauptsächlich der sogenannten Compensationsmethode, welche darin besteht, dass zwei Nerven gleichzeitig, aber in entgegengesetzter Richtung, auf die ableitenden Elektroden gelegt werden und so aus der Ablenkung der Multiplicatornadeln auf die grössere Wirksamkeit desjenigen Nerven geschlossen wird, für dessen Strom die Nadeln in gleichem Sinne abgelenkt werden.[2]) v. Bezold benutzte schon die von du Bois-Reymond angegebenen unpolarisirbaren Elektroden.

Er fand nun, dass die vergifteten Nerven im Durchschnitt eine höhere elektromotorische Wirksamkeit entfalteten, als die normalen (a. a. O. S. 400). In Bezug auf die negative Schwankung bestätigte er die Beobachtung Funke's von ihrer Zunahme in Folge der Vergiftung, er fügt aber hinzu, dass sie später weit unter ihre normale Grösse sinke. Einen Grund für diese Erscheinungen vermag v. Bezold nicht anzugeben, vielmehr erscheinen sie ihm bei dem gleichzeitigen Sinken der Erregbarkeit des Nerven völlig räthselhaft (a. a. O. S. 406). In Betreff der Muskeln bemerkt er beiläufig: „dass der Muskelstrom von vergifteten Thieren unter möglichst gleichen Bedingungen mit jenem unvergifteter Thiere verglichen, weder eine bemerkenswerthe Zunahme, noch eine irgendwie schätzbare Abnahme darbot“ (a. a. O. S. 399).

Neuerdings hat endlich Valentin[3]) eine umfangreiche Arbeit veröffentlicht, in welcher er sich auch über das Verhalten der elektromotorischen Kraft der Nerven und Muskeln unter

1) A. v. Bezold, Untersuchungen über die Einwirkung des Pfeilgiftes auf die motorischen Nerven. Dieses Archiv 1860. S. 387—408. 2. Abh.

2) E. du Bois-Reymond, Untersuchungen über thier. Elektr: Berlin 1848. Bd. I. S. 243 ff.

3) G. Valentin, Untersuchungen über Pfeilgifte. Pflüger's Archiv für die ges. Physiologie. I. 1868. S. 455—589. 2. Abth.

dem Einfluss des Pfeilgiftes ausführlichst verbreitet (a. a. O. S. 494—589).

Valentin bediente sich zur Beobachtung des Muskel- und Nervenstroms eines Spiegel-Elektrogalvanometers nebst Fernrohrs und einer horizontal verschiebbaren Scala; er benutzte ferner fast ausschliesslich den Gastroknemius, dessen Strom er mittelst Baumwollenfäden, die mit Kochsalzlösung getränkt waren, ableitete (a. a. O. S. 500—510).

Unbegreiflich ist es, weshalb sich Valentin nicht der Messung der elektromotorischen Kraft mittelst der von du Bois-Reymond schon vor längerer Zeit angegebenen Compensationsmethode bediente, da doch der Vortheil derselben von du Bois-Reymond schon seit 1863 zu wiederholten Malen hervorgehoben worden war. Denn da die Grösse der mit deren Hülfe gemessenen elektromotorischen Kraft unabhängig ist von dem Widerstande im Multiplicatorkreise[1]), so lag die Anwendung dieser Methode in diesem Falle um so näher, als durch die Einführung der Fadenableitung die schon, wegen der Anwesenheit des Muskels im Kreise, schwankende Grösse des Widerstandes noch mehr in ihrer Constanz beeinträchtigt werden musste.

Valentin fand nun, dass 30—40 Min. nach der Vergiftung der curarisirte Muskel eine grössere Spiegelablenkung bewirkte, als der unvergiftete, jener also stärker elektromotorisch wirkte; dass aber nach dieser Zeit das Verhältniss sich umkehrte und nunmehr der unvergiftete Muskel constant an Wirksamkeit den vergifteten übertraf, bis 24 Std. nach der Vergiftung, wo dann wiederum der letztere die Oberhand gewann, — natürlich, denn der unvergiftete Muskel näherte sich nunmehr seinem Absterben.

Dass nämlich der, wenn auch vergiftete, doch der Blutcirculation noch theilhaftige Muskel längere Zeit seine Lebens-

---

1) Vergl. du Bois-Reymond, Beschreibung einiger Vorrichtungen u. s. w. Abhandl. d. Berl. Akad. im J. 1862. Berlin 1863. S. 107 ff. — Ueber das Gesetz des Muskelstromes u. s. w. Dieses Archiv 1863. S. 547. — Ueber die elektromotorische Kraft der Nerven u. Muskeln. Ebend. 1867. S. 419 ff.

eigenschaften bewahrt, als der unvergiftete, der Blutzufuhr beraubte, ist schon von Cl. Bernard[1]) beobachtet, wenn auch nicht im richtigen Sinne gedeutet worden.

Was ferner die Nerven betrifft, so fand Valentin dieselben nicht nur zu jeder Zeit nach der Vergiftung, sondern auch stets in erhöhtem Maasse elektromotorisch wirksam; ebenso fand er die negative Schwankung verstärkt. Die Schlüsse, welche Valentin hieraus in Betreff der Natur der negativen Schwankung, sowie der elektromotorischen Erscheinungen überhaupt, zieht, zu besprechen, ist hier nicht der Ort (vgl. a. a. O. S. 589).

Soweit die Untersuchungen Anderer über den vorliegenden Gegenstand. Nachstehende Versuche als eine Bestätigung und Ergänzung derselben mitzutheilen, habe ich aus dem Grunde nicht für überflüssig gehalten, weil, wie ich glaube, es mir gelungen ist, die Ursache nachzuweisen, welche dieser Wirkung des Curara zu Grunde liegt.

Zur Anstellung der Versuche diente eine Wiedemann'sche Boussole mit Scala und einem Fernrohr aus der Steinheil'schen Werkstätte in München. Die Schwingungen des Magnetringes der Boussole wurden nach einem von Herrn Prof. du Bois-Reymond angegebenen Verfahren aperiodisch gemacht, dergestalt, dass der Ring nach jeder Ablenkung seine Gleichgewichtslage mit gänzlichem Verlust seiner Geschwindigkeit erreichte, ohne um die neue Gleichgewichtslage zu oscilliren. In Betreff des unvergleichlichen Vortheils dieser neuen Methode der Spiegelablesung verweise ich auf eine demnächst erscheinende Abhandlung des Herrn Professor du Bois-Reymond hierüber.

Die Scala, deren Nullpunkt sich in der Mitte der Theilung befand, konnte auf einem von Herrn Prof. du Bois-Reymond zu diesem Zwecke entworfenen Stativ horizontal verschoben werden, so dass vor jeder Ablesung der Faden und die Nulllinie der Scala zur Coincidenz gebracht werden konnten.

1) Claude Bernard, Leçons sur les effets des substances toxiques etc. Paris 1857. S. 316 ff.

Als ableitende Elektroden benutzte ich die bekannten du Bois'sche Zinktröge, zum Messen der elektromotorischen Kraft den kreisförmigen Compensator von du Bois-Reymond, sowie einen Daniell, später ein grosses Grove'sches Element als Maasskette. Es versteht sich nach dem oben S. 443 Bemerkten, dass ich mich ausschliesslich der Compensationsmethode bediente, und die mitgetheilten Zahlen sind daher als Compensatorgrade (Cpgr.) aufzufassen.

Die absolute Grösse dieser Compensatorgrade betrug im Durchschnitt bei meinen Versuchen 0,00023 Daniell (oder $\frac{D}{4348}$); sie war also fast doppelt so gross als bei der Anordnung, deren sich du Bois-Reymond[1]) bediente, was von dem bedeutend geringeren Widerstande in meinem Messkreise herrührt.

Ferner musste der Gastroknemius für diese Untersuchungen verworfen werden, weil die Erscheinungen an demselben viel zu verwickelter Natur sind, um kleine Unterschiede in der elektromotorischen Kraft sicher erkennen zu lassen; ich benutzte daher fast ausschliesslich die vier regelmässigen Oberschenkelmuskeln.

Das Curara wurde, in Wasser aufgelöst ($^1/_{10}$ Grm. in 20 Cc. Wasser), in der Quantität von 1 Cc. Lösung = 0,005 Grm. Curara den Fröschen in die Bauchhöhle gespritzt.

Die zuerst angestellten Versuche waren derartig, dass ich den Fröschen die Art. iliaca sinistra unterband, dann vergiftete und nun sofort nach (bisweilen sogar schon vor) eingetretener Lähmung die Muskeln der unterbundenen und dann erst die der vergifteten Seite untersuchte. Solchergestalt hoffte ich die Muskeln der gesunden Seite noch in möglichst normalem Zustande zu überraschen, während dem Gifte hinreichende Zeit gewährt wurde, seine etwaigen Wirkungen auf die Muskeln der anderen Seite vollständig auszuüben. Denn die Frösche wur-

1) du Bois-Reymond, Ueber die elektromotorische Kraft der Nerven und Muskeln. Dieses Archiv 1867. S. 428.

den nicht getödtet, vielmehr noch lebend und bei ungestörtem Kreislaufe nach und nach ihrer Oberschenkelmuskeln beraubt.

Zunächst schienen nun durch die Unterbindung der zuführenden Arterien die Muskeln der betroffenen Seite in einen Zustand zu gerathen, welcher Aehnlichkeit hatte mit demjenigen, bei dem du Bois-Reymond das postmortale Wachsen der elektromotorischen Kraft beobachtet hat[1]), obwohl nicht zu verschweigen ist, dass du Bois diese Steigerung nach vorgängiger Aortenunterbindung nur bei frisch gefangenen (Winter-) Fröschen beobachtet hat (a. a. O. S. 301).

Diese Erscheinung hoffte ich um so eher zu vermeiden, je rascher ich der Unterbindung die Prüfung der Muskeln folgen liess. Ein anderer Umstand aber musste das Resultat dieser ersten Messungen viel stärker beeinflussen; dies war der, dass bei dauerndem Schluss die Daniell'sche Kette, trotz der auf ihre Zusammensetzung verwendeten Sorgfalt, an Kraft verlor, wodurch der Anschein einer Steigerung der elektromotorischen Kraft der Muskeln der zweitgeprüften — hier der vergifteten — Seite entstehen musste.

Wie ich diesen Fehler zu compensiren gesucht habe, wird aus dem Folgenden hervorgehen. Hier mögen zunächst die Zahlen folgen, welche diese ersten Versuche ergaben, von denen eine jede dem Mittel aus 16 Messungen entspricht, da an jedem Muskel zweimal der obere und zweimal der untere Querschnitt nebst dem entsprechenden Längsschnitt zur Messung benutzt wurde — die Muskeln waren nämlich stets durch zwei künstliche Querschnitte begränzt.

In der Tabelle giebt die erste Spalte (U_1) die Mittel für die Muskeln des linken, zuerst geprüften, unvergifteten Beines, die zweite Spalte (V_2) diejenigen der zweitgeprüften vergifteten Muskeln.

1) du Bois-Reymond, Ueber die Erscheinungsweise des Muskel- und Nervenstromes etc. Dieses Archiv 1867. S. 293 ff.

Nr.	U_1	V_2
1.	428,8	760,3
2.	272,1	491,09
3.	368,11	462,02
4.	476,9	714,9
5.	657,4	676,36
Mittel	440,06	620,93
=	100 :	140,9

Für die Muskeln der curarisirten Seite ergäbe sich hiernach eine Steigerung ihrer elektromotorischen Kraft um beinahe 41%.

Es liess sich voraussehen, dass diese enorme Zunahme nicht allein dem Curara zugeschrieben werden konnte, und es war daher nothwendig, dieser Prüfung eine Versuchsreihe folgen zu lassen, bei welcher die vergifteten Muskeln die erstgeprüften waren.

Nachfolgende Tabelle giebt die Mittel, und zwar sind hier die Muskeln der rechten, der vergifteten Seite (V_1) die der erstgeprüften, denen dann die Muskeln der anderen Seite (U_2) folgten.

Nr.	U_2	V_1
1.	363,16	305,95
2.	369,91	439,26
3.	476,6	382,65
4.	456,28	482,0
5.	334,16	306,8
6.	630,81	630,5
7.	348,1	351,85
8.	584,0	452,69
Mittel	445,38	418,96
=	106,3 :	100.

Unter diesen, für die curarisirte Seite möglichst ungünstigen Bedingungen — denn sowohl die Abnahme der Kraft der Maasskette, als auch das etwa eintretende postmortale Wachsen der Kraft mussten die Mittelzahlen für die unvergifteten Muskeln erhöhen, zeigte sich allerdings die linke Seite im Mittel um 6% stärker wirksam als die vergiftete rechte Seite, indess

kamen, wie die Zahlen zeigen, doch auch noch Fälle vor, wo die rechte Seite stärker wirkte.

Nehmen wir nun an, dass die Abnahme der Stärke des Daniells bei beiden Versuchsreihen die gleiche gewesen sei, so werden wir angenähert den richtigen Werth für die Grösse der elektromotorischen Kraft beider Seiten erhalten, wenn wir aus dem schliesslichen Mittel beider Reihen wiederum das Mittel nehmen, weil auf diese Weise die unbekannte Grösse der Inconstanz der Maasskette eliminirt wird. Nennen wir nämlich diese Grösse ε, den wahren Werth der elektromotorischen Kraft der curarisirten Muskeln x, und die durch Messung gefundenen Grössen derselben p und q, so ist:

$$p \text{ (d. i. } 620{,}93) = x + \varepsilon$$
$$q \text{ (d. i. } 418{,}96) = x - \varepsilon$$

$$\text{folglich } x = \frac{p + q}{2} = \frac{620{,}93 + 418{,}96}{2} = 519{,}945$$

Ebenso findet man für den wahren Werth der elektromotorischen Kraft der nicht vergifteten Muskeln:

$$y = \frac{p_1 + q_1}{2} = \frac{440{,}66 + 445{,}38}{2} = 443{,}02$$

Beide Grössen verhalten sich demnach zu einander wie:

$$y : x = 443{,}02 : 519{,}945$$
$$= 100 : 117{,}3,$$

und wir erhalten demnach für die curarisirten Muskeln eine Erhöhung ihrer elektromotorischen Kraft um 17%. Dass diese Grösse so genau wie nur irgend möglich das Richtige trifft, wird aus dem Folgenden hervorgehen, weshalb ich die Mittheilung dieser nicht eben tadellosen Versuche nicht habe unterlassen mögen.

Von den folgenden Versuchen, welche ich nunmehr mit einem grösseren Grove'schen Element als Maasskette anstellte, mögen hier zunächst einige folgen, welche geeignet scheinen, die Abhängigkeit der durch Curara bewirkten Erhöhung der elektromotorischen Kraft von der Zeit zu veranschaulichen.

Nr.	A_u	B_v	C	D
1.	165,9	165,6	100,17 : 100	$1^h\,50'-2^h\,32'$
2.	178,15	193,31	100 : 108,5	$1^h-1^h\,31'$
3.	175,1	222,09	100 : 126,8	$46'-1^h\,13'$
4.	153,58	198,63	100 : 129,3	$28'-50'$

Die Zahlen sub A_u bedeuten die Mittel für die Muskeln der linken, nicht vergifteten, sub B_v die der rechten vergifteten Seite, sub C die Procente und sub D die Zeit nach der Injection des Giftes, zu welcher der erste (Sartorius) und letzte (Semimembranosus) Muskel der vergifteten Seite auf die Thonschilder der ableitenden Vorrichtung gelegt wurde.

Hieraus ergiebt sich, dass die Steigerung der Kraft für den curarisirten Muskel am grössten ist ungefähr $^1/_2$ Stunde nach der Vergiftung, und dass sich dieselbe erhält bis $1^1/_2$ Stunde nach derselben, wo dann, wie es scheint, der unvergiftete Muskel die Oberhand gewinnt. Um daher diese Steigerung sicher zu beobachten, wird es gerathen sein, circa 30 Minuten nach der Vergiftung zur Präparation der Muskeln zu schreiten, wenigstens haben mich alle späteren Versuche diese Zeit als die günstigste für die Beobachtung dieser Erscheinung kennen gelehrt.

Doch die Wichtigkeit des Gegenstandes erheischte noch eine fernere Prüfung, um die Thatsache über allen Zweifel zu erheben.

Hierzu verfuhr ich, nach dem Vorschlage des Herrn Prof. du Bois-Reymond, in folgender Weise:

Von zehn, derselben Sippschaft angehörenden, frisch gefangenen, Sommerfröschen — die Versuche wurden vom Mai bis Juli dieses Jahres angestellt — wurden 5 mit Curara vergiftet, die anderen nicht, und nun wurden hintereinander, an demselben Tage, die vier Oberschenkelmuskeln jederseits jedes Frosches geprüft.

Hierbei begnügte ich mich — wie von nun an stets — mit zwei Messungen an jedem Muskel, so dass also auf jeden Frosch 16 Messungen kamen und jede der mitgetheilten Zahlen einem Mittel aus 8 Messungen entspricht.

Nr.	V		Nr.	U	
	l.	r.		l.	r.
1.	174,13	186,05	2.	196,2	198,01
3.	249,3	245,1	4.	184,3	209,9
6.	194,96	244,3	5.	159,8	159,05
8.	292,6	297,7	7.	261,9	271,34
10	328,26	299,5	9.	214,5	220,4
Mittel	247,85	254,53		203,4	211,76
	251,19		:	207,55	

= 121,02 : 100,0

In dieser Tabelle bezeichnen die Nummern die Reihefolge der Versuche, die Zahlen unter V und U die Mittel für die vergifteten, resp. nicht vergifteten Muskeln, l. und r. die linke und rechte Seite desselben Frosches.

Die Letzteren waren nicht alle gleich gross, wohl aber wurde sorgfältig darauf geachtet, je zwei zusammengehörige Frösche, also 1 und 2, 3 und 4 u. s. f. von möglichst genau gleicher Grösse zu wählen.

Dass der erste Frosch kleinere Werthe lieferte, als der nicht curarisirte zweite, erkläre ich daraus, dass ich nicht hinlängliche Zeit nach seiner Vergiftung gewartet hatte, um mit ihm den Reigen der Versuche zu beginnen.

Hiervon abgesehen, ist, wie man sieht, die Sippschaft der curarisirten Frösche durchweg in Bezug auf die elektromotorische Kraft ihrer Muskeln ihrer nicht vergifteten Genossen überlegen, und es ergiebt sich somit im Mittel eine Erhöhung der Kraft um 21°/$_0$ zu Gunsten der ersteren.

Zum Schluss möge nun noch eine Versuchsreihe folgen, welche ich mit Hülfe des sehr constanten Grove'schen Elementes zur Controle der zuerst mitgetheilten Versuche anstellte, derartig, dass ich wiederum die Art. iliaca sinistra unterband, aber nunmehr stets die curarisirte Seite zuerst prüfte, und dann die unvergiftete Seite folgen liess.

Nr.	V_1	U_2
1.	193,46	178,26
2.	169,10	152,86
3.	200,20	145,70
4.	195,7	165,4
4.	188,8	160,3
Mittel	189,45	160,5

= 118,03 : 100

Das Resultat ist, dass im Mittel die Erhöhung der elektromotorischen Kraft der vergifteten Muskeln 18% betrug, und obschon die zweite Seite im Vortheil war, übertraf sie doch auch in den Einzelversuchen die curarisirte Seite nimmer.

Hiermit scheint mir die Thatsache in genügender Weise sichergestellt, so dass ich den Ausspruch: dass nach der Vergiftung mit Curara die Oberschenkelmuskeln des Frosches eine stärkere elektromotorische Kraft besitzen, als frische Muskeln, für einen hinreichend gerechtfertigten ansehe.

Um den absoluten Werth dieser durch Curara bewirkten Erhöhung zu erhalten, ist es nur erforderlich, den mittleren Werth der beobachteten Compensatorgrade mit 0,00023 D zu multipliciren (vgl. S. 445). Als mittleren Werth meiner Messungen erhalte ich für die elektromotorische Kraft der frischen Muskeln: 185,32 Cpgr., für die der vergifteten Muskeln 221,27 Cpgr.; man findet daraus für die elektromotorische Kraft der gesunden Muskeln 0,0425 D und für die vergifteten Muskeln 0,0553 D; beide Werthe sind nicht bedeutend wegen der mittleren Grösse der benutzten Frösche.

Es entsteht nun zunächst die Frage nach der Ursache dieser auffallenden Erscheinung. Es ist klar, dass man in der Vorstellung von einer specifischen Wirksamkeit des Curara keine Befriedigung finden kann, da eben damit nichts erklärt ist. Zudem, sollte sich die von Funke und v. Bezold beobachtete Erhöhung der elektromotorischen Kraft auch der Nerven bestätigen (s. unten), so muss es geradezu paradox erscheinen,

dass ein und derselbe Stoff gleichzeitig die Nerventhätigkeit vernichte und die elektromotorischen Eigenschaften der Nerven und Muskeln erhöhen solle.

Die Beobachtung von Kühne[1]), dass Glycerin, welches sonst nur eine nervenerregende Wirksamkeit besitzt, abweichend hiervon auch den curarisirten Muskel zu erregen vermag, liesse freilich an eine durch Curara bewirkte Veränderung der Muskelsubstanz denken, dass dieselbe aber, wenn vorhanden, nicht primär, sondern erst secundär vom Gifte bewirkt wird, hoffe ich im Folgenden zeigen zu können.

Dasjenige, was beim Betrachten der Muskeln curarisirter Frösche zu allernächst auffällt, ist die ungemein blutüberfüllte Beschaffenheit derselben, ihre im Vergleich mit den Muskeln gesunder Frösche gesättigtere Rosenröthe.

Dieser Umstand ist schon von Cl. Bernard[2]) erwähnt worden, wurde sodann von Kölliker[3]) auf Erweiterung der Blutgefässe zurückgeführt und für seine Ansicht verwerthet, dass Curara auch die Gefässnerven lähme.

Neuerdings hat nun Bidder[4]) dieses Factum nicht nur bei Säugethieren, sondern auch bei Fröschen gänzlich in Abrede gestellt. Erst wenn die Herzbewegungen schwächer würden (nach 48—96 Stunden), träte allerdings eine Röthung der Schwimmhaut ein, aber dies sei nicht die unmittelbare Wirkung des Curara, sondern nur das entferntere Resultat der, wesentliche Lebensbedingungen vernichtenden, Eigenschaft dieses Giftes.

Hiergegen habe ich nun zu bemerken, dass mir bei jeder Präparation eines curarisirten Frosches, $^1/_2$—1 Stunde nach der Vergiftung, diese Blutüberfüllung der Muskeln aufgefallen ist, dass diese aber keine dauernde war, sich vielmehr nach jener Zeit — (wie ja auch die Steigerung der elektromotorischen Kraft) — verlor, wo dann jener hydropische Zustand der Frösche

1) W. Kühne, Ueber die Wirkung des amerikanischen Pfeilgifts. Dieses Archiv 1860. S. 477—517 a. a. O. S. 499.

2) a. a. O. Appendice S. 465.

3) a. a O. S. 12, 17, 22.

4) F. Bidder, Ueber die Unterschiede in den Beziehungen des Pfeilgifts u. s. w. Dieses Archiv 1865. S. 337—359. a. a. O. S. 356.

sich zu entwickeln begann, welchen Bidder[1]) ausführlich beschreibt und hauptsächlich von der Lähmung der hinteren Lymphherzen herleitet. Ich möchte daher annehmen, dass Bidder diese Erscheinung entgangen ist, weil er die Frösche erst zu einer späteren Zeit untersuchte, vielleicht auch, weil er viel kleinere Dosen des Giftes anwandte, welche nicht im Stande waren, dieselbe zu bewirken.

Die Ursache nämlich dieser Erscheinung ist mir nicht bekannt. Wenn Cl. Bernard und Kölliker anführen, dass das Curara auch die vasomotorischen Nerven lähme, so stehen sie hiermit im Widerspruch mit anderen Autoren, namentlich auch mit Bidder (a. a. O. S. 354—355), welche zeigten, dass auf Reizung des Rückenmarkes curarisirter Säugethiere eine deutliche Verengerung der Arterien eintritt. Es erscheint demnach nicht gestattet, die Hyperämie der Muskeln von einer Lähmung des Sympathicus abzuleiten, obwohl dieselbe wegen der starken Ausdehnung sämmtlicher Venen beim Frosch vermuthet werden könnte; vielleicht aber lässt sich die Lähmung der Lymphherzen für die Erklärung der Erscheinung verwerthen.

Wie dem auch sei, jedenfalls war diese Hyperämie der Muskeln in den von mir beobachteten Fällen stets vorhanden, und es gewinnt somit die Frage an Bedeutung, ob nicht etwa diese Ueberfüllung der Muskeln mit Ernährungsmaterial das bedingende Moment abgegeben habe für die beobachtete Steigerung ihrer elektromotorischen Kraft? Um die Beantwortung dieser Frage zu ermöglichen, müsste man Muskeln in anderer Weise hyperämisch machen und zusehen, ob auch dann sich eine Steigerung ihrer elektromotorischen Kraft nachweisen lässt; — ist dies der Fall, so ist damit jene Vermuthung, wenn auch nicht erwiesen, so doch als der wahre Grund der Erscheinung höchst wahrscheinlich gemacht.

Diesen Punkt suchte ich in zwiefacher Weise einer Entscheidung zuzuführen. Einmal war mir erinnerlich, auch bei mit dem Calabargift vergifteten Fröschen eine enorme Blutüberfüllung der Parenchyme gesehen zu haben. Die Ursache

1) F. Bidder, Beobachtungen an curarisirten Fröschen. Dieses Archiv 1858. S. 598—631. a. a. O. S. 603—604.

dieser Blutanhäufung in den Organen liegt hier in der starken Herabsetzung der Herzaction, in Folge der Lähmung des sympathischen Nervensystems.[1])

Nun ist nicht anzunehmen, dass das Calabargift eine specifische Wirkung auf die Muskelsubstanz ausübe, und es lag daher nahe, den Zustand der Muskeln nach Calabarvergiftung mit demjenigen nach der Injection von Curara zu vergleichen.

Als einen zweiten Weg der Controle schlug mir Herr Prof. du Bois-Reymond die Unterbindung des ganzen Frosches mit Ausnahme der Aorta vor.

Ein starker Seidenfaden wurde vom Rücken her unter die Aorta des in der Bauchlage befestigten Frosches geführt, so dass die Aorta oder die beiden Art. iliacae, nebst den Plexus ischiadici über dem Faden neben dem Kreuzbein zu liegen kamen. Sodann wurde der Faden nach vorn um den ganzen Körper des Frosches herumgeschlungen und auf dem Bauche fest zusammengeschnürt, so dass nunmehr jeder Rückfluss venösen Blutes aus den Hinterbeinen unmöglich war. Wohl in Folge der starken sensiblen Reizung der Bauchdecken und der mit eingeschnürten Darmschlingen, erfolgte nach der Operation eine Depression der geistigen Thätigkeiten der Frösche, — sie lagen apathisch da, ohne willkürliche Bewegungen zu machen, Athmung und vermuthlich auch die Herzbewegungen waren stark vermindert — indess erholten sich die Thiere bald wieder, und befanden sich dann, dem äusseren Anscheine nach, vollkommen wohl.

Die Section zeigte die Venen, namentlich der Bauchdecken, stark ausgedehnt, letztere in grosser Ausdehnung von der Ligaturstelle aus mit dunklen Blutgerinnseln gefüllt. Die Farbe der Musculatur der Hinterbeine war zwar unverkennbar dunkler als im normalen Zustande, es gelang mir aber nicht durch diese Operation jenen Grad von Rosenröthe künstlich hervorzubringen, wie ihn die Muskeln der vergifteten Frösche zeigten. Ich er-

1) cf. Fraser, On the physiological action of the Calabar bean. Transactions of the Royal society of Edinburgh. Vol. XXIV. 1867. S. 1—73. — H. Roeber, Ueber die Wirkungen des Calabarextractes auf Herz und Rüchenmark. Inaug.-Dissert. Berlin 1868. S. 29 ff.

kläre mir dies folgendermaassen: Durch die Unterbindung wird zwar eine Ueberfüllung der Venen mit Blutflüssigkeit erzielt, da aber der Rückfluss zum Herzen gänzlich gehemmt ist, so werden sich die Blutkörperchen in den Venenstämmen in Form compacter Cylinder aufrollen, dadurch das immer von Neuem zuströmende Blut an Körperchen verarmen, während zugleich die überflüssigen Mengen zugeführten Blutserums mechanisch in die Lymphräume übergepresst werden. Hieraus würde sich die geringe Röthung der Muskeln erklären, zumal da in der That die Frösche an den Hinterbeinen stark hydropisch wurden und sich die Lymphsäcke mit gelblichem Serum prall anfüllten.

Die Versuche nun, welche die besprochene Frage aufklären sollten, wurden wiederum nach der statistischen Methode angestellt, dergestalt, dass von einer Sippschaft frisch gefangener Frösche die einen unversehrt, die anderen theils mit Curara theils mit Calabar vergiftet, theils in der angegebenen Weise unterbunden, auf die elektromotorische Kraft ihrer Muskeln geprüft wurden.

In der folgenden Tabelle ist das Resultat dieser Versuchsreihe nach den bekannten Mitteln zusammengestellt.

Die in derselben Horizontalreihe stehenden Zahlen gehören, wie die Nummern zeigen, zu einander, sie betreffen Frösche, die sich unter denselben Versuchsbedingungen befanden, ausserdem sind die aus verschiedenen Horizontalreihen zu einander gehörigen Zahlen durch Klammern mit einander verbunden.

Nr.	frisch		Nr.	curarisirt		N.	calabarisirt		N.	unterbunden	
	r.	l.		r.	l.		r.	l.		r.	l.
1.	239,95	235,45	2.	246,6	222,3	—	—	—	—	—	—
—	—	—	3.	263,4	210,65	—	—	—	—	—	—
4.	168,0	182,65	5.	215,6	188,8	—	—	—	—	—	—
6.	159,6	165,2	—	—	—	—	—	—	7.	190,75	219,99
8.	157,2	174,7	—	—	—	—	—	—	9.	187,9	172,8
10.	181,54	215,8	11.	218,6	232,9	—	—	—	—	—	—
12.	186,54	164,75	13.	199,3	224,83	—	—	—	16.	199,0	204,93
14.	170,8	192,8	15.	234,4	228,75	—	—	—	17.	184,3	175,6
18.	161,6	178,2	—	—	—	19.	206,7	204,1	20.	183,98	205,2
21.	213,84	225,6	-	—	—	22.	205,4	240,7	23.	217,1	219,14
24.	198,85	184,05	—	—	—	25.	223,4	224,46	26.	229,8	238,85
Mittel	183,8	192,02		228,3	218,04		211,8	223,07		199,12	205,2
	187,91		:	223,17		:	217,43		:	202,16	
=	100		:	118,7		:	115,4		:	107,5	

Wir finden also für die curarisirten Muskeln, zur nochmaligen Bestätigung des früheren Resultates, wiederum eine Erhöhung von 18 %; aber auch die durch Calabar in hyperämischen Zustand versetzten Muskeln zeigen eine nahezu gleich hohe Steigerung der elektromotorischen Kraft um 15 %. Diese Zahl, meine ich, würde sich bei zahlreicheren Versuchen höher stellen, denn gerade diese wenigen Versuche mit Calabar traf noch das Missgeschick, dass einige Messungen durch Beschädigung der Muskeln verloren gingen.

Dass die Unterbindung der Frösche eine so geringe Steigerung der Kraft zur Folge hatte (von 7 %) kann nach dem was oben S. 454 über den Erfolg der Operation in dem gewünschten Sinne gesagt wurde, nicht auffallen, vielmehr kann gerade dieses Resultat als eine erwünschte Bestätigung unserer Vermuthung von der Ursache jener Steigerung der elektromotorischen Kraft angesehen werden.

Zur weiteren Sicherstellung derselben war es aber nun durchaus geboten, sich über das Verhalten der mechanischen Leistungsfähigkeit der Muskeln zu unterrichten, wenn sich letztere unter denselben Bedingungen befanden, unter denen sie zuvor eine Steigerung ihrer elektromotorischen Kraft gezeigt hatten. Wenn sich nämlich zeigte, dass nicht allein curarisirte Muskeln, sondern auch solche, die auf anderem Wege hyperämisch gemacht wurden, eine gesteigerte Leistungsfähigkeit verriethen, so war nunmehr der Schluss nicht von der Hand zu weisen, dass auch die Grösse der elektromotorischen Kraft eine Function sei von dem Grade der Blutüberfüllung der Muskeln.

Versuche über die Leistungsfähigkeit der Muskeln konnten füglich nicht anders, als am Gastroknemius angestellt werden, und es war daher, trotz der oben geäusserten Bedenken, gerathen, vor Anstellung dieser Versuche sich über das Verhalten der elektromotorischen Kraft des Gastroknemius nach Curaravergiftung wenigstens eine Vorstellung zu verschaffen.

Zu dem Ende wurde am Compensator die elektromotorische Kraft des Gastroknemius von frischen und vergifteten Fröschen gemessen, einmal vor, das andere Mal nach der Anätzung des

Sehnenspiegels durch Kreosot. Der Muskel wurde mit seiner Tibialfläche auf einer Glasplatte zwischen den Thonschildern der Bäusche dergestalt gelagert, dass er einerseits mit seinen oberen Sehnen, andererseits mit dem Knorpel der Achillessehne die Schilder berührte, so dass eine Verunreinigung der Thonschilder mit Kreosot nicht stattfinden konnte.

Die nicht eben zahlreichen Versuche ergaben folgendes Resultat:

Gastroknemius.

frisch				vergiftet			
vor der Anätzung.		nach der Anätzung.		vor der Anätzung.		nach der Anätzung.	
r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.
− 16,5 [1]	17,9	311,8	311,5	99,5	80,8	393,5	447,5
22,9	9,9	354,2	374,1	11,8	79,8	391,1	518,8
125,0	30,1	248,0	223,5	74,3	32,9	399,7	404,2
				−37,1	−27,2	309,5	364,6
				−31,7	−46,1	363,4	402,8
				55,6	80,3	392,3	483,15

Aus dieser Tabelle ergiebt sich, dass vor der Anätzung der Unterschied zwischen den beiden Muskelarten kein constanter war, dass aber nach derselben die curarisirten Muskeln stets die Oberhand gewannen über die frischen Gastroknemii. Ein Mittel zu ziehen aus diesen wenigen Zahlen, habe ich selbstverständlich unterlassen, die Tabelle genügt um eine Steigerung der elektromotorischen Kraft auch der Gastroknemii durch das Curara zu veranschaulichen, und damit war die Grundlage für die folgenden Versuche gewonnen, welche das Verhalten der Leistungsfähigkeit der Gastroknemii unter den angegebenen Bedingungen feststellen sollten.

Die Leistungsfähigkeit und Erregbarkeit curarisirter Muskeln ist schon mehrfach Gegenstand von Untersuchungen gewesen, deren Resultate hier kurz folgen mögen.

---

1) Das —Zeichen bedeutet, dass der Strom die absteigende Richtung hatte.

Cl. Bernard[1]) bemerkte, dass die Erregbarkeit der vergifteten Muskeln, statt herabgesetzt, vielmehr gesteigert erscheine, und Kölliker[2]), dass es in Frage kommen könne, ob die willkürlichen Muskeln nach Urarivergiftung nicht reizbarer seien als sonst, wenigstens lasse die Energie ihrer Zuckungen nichts zu wünschen übrig.

Hiergegen zeigten nun die Versuche von Rosenthal[3]), dass wenigstens die Erregbarkeit curarisirter Muskeln beträchtlich herabgesetzt ist, was, wie Rosenthal zeigte, darin seinen Grund hat, dass Muskeln leichter durch Vermittelung ihrer Nerven in Zusammenziehung versetzt werden, als direct auf elektrischem oder sonstigem Wege. Bei directer Muskelreizung nun werden die Nervenenden stets mitgereizt, und da diese durch Curara von ihrer Einwirkung auf die Muskelsubstanz ausgeschlossen werden, so muss auch die Erregbarkeit curarisirter Muskeln geringer sein, als im normalen Zustande.

Kölliker wiederholte darauf in Gemeinschaft mit Pelikan[4]) diese Versuche Rosenthal's und fand sie vollkommen bestätigt. Er bemühte sich aber ferner durch die Untersuchung der Leistungsfähigkeit der curarisirten Muskeln den Beweis zu führen, dass die Leistungsfähigkeit eines Muskels unabhängig sei von der Beschaffenheit seiner Nerven. Die mechanische Leistung oder den Nutzeffect der Muskeln suchten Kölliker und Pelikan derartig zu bestimmen, dass sie auf ein als Myographion dienendes Kymographion bei verschiedener Belastung die Zuckungscurve tetanisirter Muskeln aufzeichnen liessen und das Product aus der Belastung in die Hubhöhe (der Maximalordinate der Curve) berechneten.

Da die Gastroknemii ausgeschnitten längere Zeit, bei den

---

1) a. a. O. Appendice S. 465.

2) a. a. O. S. 12.

3) I. Rosenthal, Ueber die relative Stärke der directen und indirecten Muskelreizung. Moleschott, Unters. z. Naturl. III. 1857. S. 185—194.

4) C. Pelikan und A. Kölliker, Untersuchungen über die Einwirkung einiger Gifte auf die Leistungsfähigkeit der Muskeln. — Verhandl. der phys.-med. Ges. in Würzburg. 1858. S. 1—43.

ersten Versuchsreihen, im feuchten Raume aufbewahrt wurden und daher vollkommen entbluteten, so wurde also die uns hier besonders interessirende Blutfülle derselben in diesen Versuchen nicht näher beachtet. Letztere ergaben nun, dass unter 20 Fällen der vergiftete Muskel 15 Mal einen grösseren Nutzeffect lieferte, während nur 4 Mal der normale Gastroknemius überwog und einmal beide Muskeln sich gleich verhielten. In einer anderen Versuchsreihe, wo die Muskeln sofort untersucht wurden, überwog zum Oefteren der normale Muskel, und da auch im ersteren Falle der Unterschied zwischen beiden Muskelarten kein bedeutender war, so meinte Kölliker, es liege keine Nöthigung vor, dem curarisirten Muskel eine grössere Leistungsfähigkeit zuzuschreiben, als dem normalen, es sei mithin die Leistungsfähigkeit der Muskeln unabhängig von dem Zustande ihrer Nerven.

An diese Arbeiten schliesse ich gleich noch die Besprechung zweier anderer, die sich mit der Abhängigkeit der Leistung und Erregbarkeit der Muskeln von ihrem Blutgehalt beschäftigen.

Ettinger[1]) nämlich fand, dass zwar die Erregbarkeit des blutleeren Muskels die des bluterfüllten übertreffe, dass aber gleichwohl die Erregbarkeit des letzteren später erlösche. Bei Prüfung der Arbeitsleistung an einem Dynamometer stellte sich heraus, dass der blutleere Muskel eher ermüdet und eine geringere Hubkraft besitzt, als der im Kreislauf befindliche.

Ranke[2]) endlich suchte zu zeigen, dass sich die Zuckungshöhe des Muskels durch das vollkommene Entfernen des Blutes (durch Ausspritzen mit NaCl-Lösung) nicht ändere, dass aber, bei dauerndem Tetanisiren Beider, der blutreichere Schenkel stets länger auf elektrischen Reiz erregbar bleibe, als der blutleere.

Man kann als Maass der Leistungsfähigkeit eines Muskels die Höhe betrachten, bis zu welcher derselbe bei einer ein-

1) F. J. Ettinger, Relationen zwischen Blut und Erregbarkeit der Muskeln. Diss. (München.) Nürnberg 1860.

2) J. Ranke, Tetanus, eine physiologische Studie u. s. w. Cap. X. S. 221—233.

fachen Zuckung ein bestimmtes Gewicht hebt, und ich unternahm es daher mit Hülfe des Pflüger'schen Myographions die Hubhöhen von frischen, curarisirten und calabarisirten Muskeln mit einander zu vergleichen. Die Muskeln wurden direct mittelst des Fallhammers durch Schliessungsinductionsströme gereizt, indem ihnen dieselben durch die du Bois'schen Zuleitungsröhren zugeführt wurden. Die eine Thonspitze der letzteren lag der gemeinschaftlichen Sehne der Oberschenkelmuskeln an, konnte sich also nicht verschieben, die andere war mit der Achillessehne durch einen baumwollenen, mit $^3/_4$ $^0/_0$iger Kochsalzlösung getränkten Faden verbunden, so dass also der mit 50 Grm. belastete Muskel in seinen Bewegungen nicht im Mindesten behindert war.

Diese Versuche hatten aber keinen befriedigenden Erfolg, insofern, als zwar die Hubhöhen der calabarisirten Muskeln ausnahmelos und beträchtlich diejenigen der frischen Muskeln an Grösse übertrafen, hingegen aber die curarisirten Muskeln in der Mehrzahl der Fälle kleinere Werthe lieferten, und auch als die reizende Kette bedeutend verstärkt wurde, die gesunden nur um ein Geringes übertrafen.

Um das Verhältniss der Hubhöhen der verschiedenen Muskeln mit einander zu vergleichen, mögen folgende Werthe dienen, die mit einem willkürlichen Maasstab erhalten wurden, daher nur einen relativen Werth besitzen:

Hubhöhen

A) bei 1 Daniell als Reizkette (Mittel aus einer Reihe von Messungen)

für den frischen,	curarisirten,	calab. Muskel.
13,32	12,66	18,10

B) bei 2 Grove als Reizkette:

für den frischen,	curarisirten,	calab. Muskel.
16,54	16,73	19,12

Es ergiebt sich hieraus, dass der blutreiche Calabarmuskel, dessen Nerven intact sind, in der That beträchtlich stärker zuckte, als der minder bluterfüllte gesunde Muskel, dass aber die curarisirten Muskeln ein wechselndes Resultat lieferten je

nach der Stärke der Reizkette, offenbar weil die geringere Erregbarkeit derselben das Ergebniss der Reizung beeinflusste. Es musste demnach der frische Muskel durch Lähmung seiner Nerven auf eine dem curarisirten Muskel möglichst gleiche Stufe seiner Erregbarkeit gebracht werden.

Zu dem Ende leitete ich durch den Nerven des gesunden Gastroknemius mittels unpolarisirbarer Elektroden (Thonstiefel) den aufsteigenden Strom von 6 kleinen Grove'schen Elementen, während der Muskel gleichzeitig in angegebener Weise durch Schliessungsströme gereizt wurde.

Doch auch in dieser Weise konnte kein befriedigender Erfolg erzielt werden, indem einmal der curarisirte, ein andermal der durch Anelektrotonus entnervte Muskel stärker zuckte.

Man muss sich wohl vorstellen, dass dieser wechselnde Erfolg darin seinen Grund hat, dass der Anelektrotonus sich nicht in allen Fällen bis auf die letzten Nervenverzweigungen im Gastroknemius erstreckte, so dass der curarisirte Muskel noch immer viel vollständiger dem Einfluss seiner Nerven entzogen war, als es bei dem Anelektrotonus der Fall sein konnte.

Bei diesen Versuchen zeigte sich ein Umstand, welchen ich nicht übergehen möchte, da er scheinbar im Widerspruch steht, mit neuerdings von Brücke veröffentlichten Beobachtungen.

Benutzte ich nämlich ausser den Schliessungs- auch Oeffnungsinductions-Ströme, so fielen die Zuckungen curarisirter Muskeln constant grösser aus, als bei Schliessungsinductionsreizung, und in der Mehrzahl der Fälle übertrafen sogar die Hubhöhen diejenigen der normalen Muskeln.

Brücke[1]) fand aber, dass der Muskel durch Inductionsströme, sowie durch kurz dauernde constante Ströme schwerer zu erregen ist, als durch Oeffnung oder Schliessung länger dauernder constanter Ströme, und zwar, wie er gezeigt hat, aus dem Grunde, weil die Inductionsströme eine zu kurze Dauer besitzen. Da nun die Oeffnungsinductionsströme sehr

---

1) E. Brücke, Ueber den Einfluss der Stromesdauer auf die elektrische Erregung der Muskeln. Wiener acad. Sitzungsber. Bd. LVI, Oct. 1867. — Derselbe, Ueber das Verhalten entnervter Muskeln gegen die continuirlichen elektr. Ströme; ebend. Bd. LVIII. S. 125—128.

viel rascher verlaufen als die Schliessungsinductionsströme, so stand obiges Resultat nicht im Einklang mit diesen Beobachtungen von Brücke. Wahrscheinlich aber war wegen des bedeutenden Widerstandes im Kreise die Stärke der durch den Extrastrom verzögerten und geschwächten Schliessungsströme nicht genügend, um das Maximum der Zuckung hervorzurufen, so dass sie nunmehr trotz ihrer längeren Dauer weniger wirksam waren als die Oeffnungsinductionsströme, die ja für die Nerven bekanntlich wegen der Kürze und Steilheit ihres zeitlichen Verlaufes ein kräftigeres Reizungsmittel abgeben, als die ersteren.

Da obige Versuche nicht zum Ziele geführt hatten, so musste nunmehr ein anderer Weg für die Prüfung der Leistungsfähigkeit eingeschlagen werden.

Zunächst überzeugte ich mich, dass das von Ranke beobachtete Verhalten des bluterfüllten Muskels beim Tetanisiren auch für den curarisirten Muskel Gültigkeit hatte; fast constant war sowohl die Zuckungshöhe, als auch die Zeit, während welcher er beim dauernden Tetanisiren ein Gewicht von 50 Grm. im contrahirten Zustande hielt, eine grössere als beim frischen Muskel.

Sodann wiederholte ich die Versuche von Pelikan und Kölliker in der Weise, dass ich die zu vergleichenden Muskeln bei wechselnder Belastung so lange tetanisirte, bis sie das Maximum ihrer Zusammenziehung erreicht hatten (2—3 Sec.), sodann eine Minute pausirte, um dann dasselbe zu wiederholen u. s. f. eine bestimmte Anzahl mal.

Das Product aus Belastung in die Hubhöhe der verschiedenen Reizungen addirt, lieferte dann das Maass der Leistungsfähigkeit; die Belastung wurde in Grammen, die Hubhöhen nach dem Abklatschen derselben von der Glastafel des Myographions mit einem Millimetermaassstab gemessen.

Da immer nur die zwei zu einem Versuche erforderlichen Frösche von genau gleicher Grösse genommen werden konnten, so sind in der folgenden Tabelle die Zahlen der mit gleichen Buchstaben bezeichneten Reihen allein mit einander zu vergleichen.

a) Muskel frisch.

Zeit in Min.	Belast. in Grm.	Nutzeffecte in Grm.-Mm. a.	b.	c.	d.	e.	f.
0	100	1600	1580	1710	1810	1530	1500
1	100	1500	1500	1690	1750	1530	1500
2	150	2130	2220	2385	2520	2280	2250
3	150	1950	2175	2340	2400	2265	2220
4	200	2500	2320	3000	3040	2960	2800
5	200	2280	1980	2840	3000	2840	2620
6	250	1125	825	3275	3500	3475	3100
7	250	800	700	3100	3425	3250	2650
8	300	360	360	3330	3900	3390	2760
9	300	300	0	2520	3660	3300	2220
10	350	—	—	2030	3255	3150	1925
11	350	—	—	1330	2450	2520	1890
Summa		14545	13670	29560	34710	32490	27435

b) Muskel curarisirt.

		a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
0	100	1530	1600	1750	1720	1720	1630	1680
1	100	1490	1500	1700	1680	1680	1620	1620
2	150	2175	2175	2415	2445	2445	2325	2400
3	150	2025	2100	2400	2445	2400	2295	2295
4	200	2560	2700	3060	3100	3120	3000	3000
5	200	2460	2600	3000	3080	2980	2960	2900
6	250	2550	3050	3375	3800	3375	3500	3375
7	250	2200	2750	3200	3650	3125	3325	3125
8	300	1860	2760	3420	4230	3270	3480	3240
9	300	1500	1920	3240	3930	2700	3060	2790
10	350	—	—	2905	4130	2310	2800	2380
11	350	—	—	2485	3500	1750	2380	2135
Summa		20350	23155	32950	37710	30875	32375	30940

Nehmen wir nun aus den Summen jederseits das Mittel, so folgt für den frischen Muskel als Nutzeffect im Mittel 25401,7 Grm.-Mm. und für den curarisirten Muskel 29765,0 Grm.-Mm.

Da sich nun 25401,7 : 29765,0 verhält

= 100 : 117,2, so erhalten wir mithin eine Steigerung der Leistungsfähigkeit durch Curara um 17%: eine Zahl, welche merkwürdiger, aber gewiss wohl nur zufälliger, Weise mit der für die Erhöhung der elektromotorischen Kraft gefundenen fast nahezu übereinstimmt.

Da die früheren Reizversuche auch für calabarisirte Muskeln eine beträchtliche Steigerung ihrer Leistungsfähigkeit er-

geben hatten (s. S. 460), so kann wohl nunmehr kein Zweifel herrschen darüber, dass die Steigerung sowohl der Leistungsfähigkeit als auch der elektromotorischen Kraft curarisirter Muskeln von eben derselben Ursache, nämlich der Hyperämie der letzteren herzuleiten ist, und so ergiebt sich dann als das Resultat vorstehender Untersuchung der Satz:

Dass durch vermehrte Blutzufuhr zu den Muskeln sowohl die elektromotorische Kraft derselben, als auch ihre Leistungsfähigkeit erhöht wird und dass dies der Grund ist, weshalb man nach Curaravergiftung die elektromotorische Kraft der Muskeln eine Zunahme erfahren sieht.

Bisher hatte die Beobachtung von Funke und v. Bezold von der Steigerung der elektromotorischen Kraft der Nerven nach Curaravergiftung etwas Befremdendes, wegen der gleichzeitig durch dasselbe Gift bewirkten Vernichtung der Nerventhätigkeit.

Indessen hatte doch v. Bezold[1]) schon selbst gezeigt, dass der Nerv nicht durch Curara getödtet wird, dass vielmehr in Folge der Vergiftung sich ein mehr und mehr wachsender Leitungswiderstand in den Nervenstämmen entwickelt, wodurch die zum Muskel ablaufende Reizwelle anfangs geschwächt, später ganz vernichtet wird, so dass sie nunmehr nimmer zum Muskel gelangt.

Gelingt es nun zu zeigen, dass auch für den Nerv jene Steigerung der Kraft ihren Grund hat in vermehrter Blutzufuhr zum Nerven, so verliert damit, im Verein mit dem Befunde v. Bezold's, die ganze Erscheinung ihren auffallenden Charakter, weil sie dann direct dem Gifte gar nicht ihr Entstehen verdankt.

Zur Erledigung dieser Frage wurde dieselbe oben bei den Muskeln angegebene Methode angewandt: von einer Anzahl

---

1) v. Bezold, Untersuchungen über die Einwirkung des Pfeilgiftes u. s. w. Dieses Archiv 1860. S. 181. 188 ff.

Fröschen, wurde ein Theil mit Curara, ein anderer mit Calabar vergiftet, der Rest in der angegebenen Weise unterbunden, und dann wurde nach einiger Zeit die elektromotorische Kraft der Nerven frischer Frösche mit derjenigen dieser so behandelten Thiere verglichen.

Wegen der grossen Differenzen zwischen den an sich kleinen Werthen der elektromotorischen Kraft der Nerven, bei zu verschiedenen Zeiten untersuchten Fröschen, sehe ich mich genöthigt, nur die unter möglichst gleichen Bedingungen beobachteten Werthe der elektromotorischen Kraft zusammen in einer Tabelle zu ordnen.

Tab. I. Frosch:

	frisch		curarisirt	
	r.	l.	r.	l.
	48,4	59,2	54,2	56,9
	53,0	—	78,1	—
	33,9	39,5	49,15	49,25
	34,1	49,45	45,35	52,95
	72,2	76,55	87,65	76,65
	86,3	97,5	92,20	81,15
	84,0	73,95	88,05	86,65
Mittel	58,84	66,02	70,7	67,26
	62,43		: 68,98	
	= 100		: 110,5	

Tab. II. Frosch:

frisch		calabarisirt		unterbunden	
r.	l.	r.	l.	r.	l.
61,5	87,8	78,0	85,25	—	—
108,4	87,25	115,7	111,2	74,65	73,95
—	—	81,3	79,75	76,15	71,45
72,2	76,55	89,2	95,03	—	—
86,25	77,65	95,65	79,8	72,25	71,0
82,14	82,39	91,97	90,21	74,35	72,13
82,265		91,09		73,24	
= 100		: 110,7			

Jede Zahl dieser Tabellen ist das Mittel aus zwei Messungen und man ersieht aus denselben, dass in der That sowohl

curarisirte, wie mit Calabar vergiftete Frösche eine Steigerung der elektromotorischen Kraft ihrer Nerven um ca. 10% erfahren. Diese Steigerung ist geringer als bei den Muskeln, wie leicht erklärlich, da ja die Nervenstämme an sich unvergleichlich viel blutärmer sind als die Muskeln, — übrigens möchte ich die gelbliche Färbung, welche die Nerven vergifteter Frösche darbieten und worauf schon andere Autoren hingewiesen haben, auf die stärkere Bluterfüllung derselben beziehen, die ich nach dem Resultat obiger Versuche vermuthen und für die Erklärung der Steigerung der Kraft verwerthen möchte. Hingegen war die elektromotorische Kraft der Nerven unterbundener Frösche ausnahmelos vermindert, welche Erscheinung wohl aus dem Umstande zu erklären ist, dass die Nerven durch jene Operation unvermeidlicher Weise in ihrem oberen Verlaufe längere Zeit einem starken Druck gegen das Kreuzbein ausgesetzt sind, welche Schädlichkeit möglicherweise stärker die Constitution der Nerven in ihrem Sinne beeinflusst, als die geringe Vermehrung der Bluterfüllung es im günstigen Sinne vermag.

Indessen genügen die Versuche an den vergifteten Fröschen offenbar, um auch für die Nerven eine Abhängigkeit ihrer elektromotorischen Kraft von ihrer Bluterfüllung wahrscheinlich zu machen, so dass damit der paradoxe Widerspruch zwischen der scheinbaren Vernichtung der Nerventhätigkeit und der Erhöhung der elektrischen Thätigkeit der Nerven durch Curara als beseitigt angesehen werden darf.

Berlin, den 6. August 1869.

Ueber Resorption und Ausscheidung medikamentöser Stoffe in vereiterten Pleurahöhlen.

Von

Dr. Schotte.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass zahlreiche dem thierischen Organismus einverleibte organische wie unorganische Stoffe in den Excreten desselben mit Leichtigkeit theils als solche, theils als unverkennbar directe wieder nachzuweisen sind. Die hierüber angestellten Untersuchungen sind so vielfach und zugleich so übereinstimmend, dass eine ausführliche Aufzählung der wiedergefundenen Stoffe wie der einschlägigen Literatur überflüssig erscheint. Sparsamer schon sind die Notizen über den Uebergang verschiedener Stoffe in die Trans- u. Exsudate seröser Höhlen. So fand Naunyn bei einem durch miliare Bauchfelltuberkulose bedingten Ascites mit Sicherheit Jod wieder; Pat. hatte vor der Punktion 24 Stunden lang Jodkali genommen[1]). Dasselbe war der Fall bei einem Ascites, der nach Carcinom des Bauchfelles entstanden war; auch hier hatte der Kranke 24 Stunden vor der Punktion Jodkali erhalten und war dasselbe ebenfalls mit Sicherheit in der enteiweissten Flüssigkeit nachzuweisen[2]). Auch in der aus einer

1) B. Naunyn: Ueber die Chemie der Transsudate und des Eiters. Reich. u. du Bois-Reym. Archiv. Jahrg. 1865. Heft II. Fall X.

2) Ebenda Fall XI.

punktirten Ovarialcyste gewonnenen Flüssigkeit constatirte derselbe Forscher das vor der Operation gereichte Jodkalium [1]).

Noch weniger indessen ist bekannt von einem Uebergang von Jodkalium und ähnlichen leicht diffundirenden Substanzen in den Eiter. Ersteres haben Dr. H. Quincke und Dr. O. Schultzen, wie ich durch mündliche Mittheilung erfahren habe, wiederholt ohne Erfolg im Eiter gesucht. Dagegen fand sich im Inhalt vereiterter Pleurahöhlen in mehreren, auf der Klinik des Hrn. Geheimrath Frerichs beobachteten Fällen, Jodkalium stets wieder, das einige Zeit zuvor innerlich gereicht worden war. Bei dem Interesse, welches diese Frage in therapeutischer Beziehung bietet und da es von vorn herein nicht abzusehen war, weshalb ein in eine Abscesshöhle umgewandelter Pleurasack sich in dieser Beziehung specifisch von einem andern Abscess nnterscheiden sollte, wurde ein auf hiesiger Klinik sich darbietender sehr günstiger Fall benutzt, um dieser Frage etwas näher zu treten.

Patient, dessen Krankengeschichte in meiner Inaugural-Dissertation näher mitgetheilt ist, wurde mit einer linksseitigen Pneumonia behaftet aufgenommcn, zu der sich später eine exsudative Pleuritis gesellte. Während erstere sich bald zurückbildete, blieb das Exsudat bestehen, nahm im Laufe dreier Monate sogar constant zu und wurden nach dieser Zeit, als sich an der vorderen Brustwand eine fluktuirende Geschwulst zeigte, durch eine Incision in dieselbe etwa 4 Quart guten geruchlosen Eiters entleert. Nachdem der Ausfluss 2 Monate hindurch angehalten hatte, nur spärlicher geworden war, wurde mit den Versuchen begonnen.

Am 7. 4. 69. wurden gegen 200 gran einer $^1/_4$ procentigen Jod- und $^1/_2$ procentigen Jodkalilösung in die vorher ausgespülte Pleurahöhle eingespritzt. Die Resorption von Jod ging hierbei so lebhaft von Statten, dass die am nächsten Tage nach der Injection entnommene eitrige Flüssigkeit nur noch entfernten Jodgeruch, durchaus nicht mehr die Farbe der Jodlösung erkennen liess, die chemische Untersuchung auch nur noch geringe

1) Ebenda Fall XVII.

Spuren von Jod nachweisen konnte. Wenn man nemlich den Eiter enteiweisste, die so erhaltene Flüssigkeit auf etwa 10 grm. eindampfte, so erhielt man nach Zusatz von Salpetersäure und Chloroform, resp. Amylum die charakteristischen Jodreaktionen, während direkter Zusatz von Salpetersäure und Stärke zur nichtenteiweissten und concentrirten Flüssigkeit ein negatives Resultat ergab. Es wurde hierbei zugleich folgendes auffallende Factum beobachtet. Wurde ein Theil des Eiters durch Eintragen in schwach angesäuertes Wasser coagulirt, das auf dem Filter gesammelte Eiweiss mit siedendem Wasser vollständig erschöpft, bis das zuletzt ablaufende Wasser frei von festen Bestandtheilen war, so enthielt das Eiweiss noch eine ansehnliche Menge von Jod, welches jedoch nur nach Veraschen desselben mit Salpeter und Soda nachzuweisen war. Es lässt sich hieraus schliessen, dass ein Theil des eingeführten Jod eine organische Verbindung eingeht, also Wasserstoff im Eiweiss substituirt. Während der ganzen Zeit, in welcher dem Kranken die Jodlösung in die Pleurahöhle eingespritzt wurde, liess sich Jod im Harn in reichlicher Menge nachweisen. Die Resorption des Jodsalzes von der Höhle aus war somit erwiesen.

Nachdem dieser Versuch der Controle wegen noch mehrmals stets mit demselben Resultate wiederholt worden, wurde der Pleuraabscess so lange mit Chlorkalklösung ausgespritzt, bis weder im Harn noch im Eiter eine Spur von Jod mehr nachzuweisen war. Dies war bereits nach fünf Tagen der Fall und wurde nunmehr am 15. 4. Jodkali innerlich gegeben. Der am folgenden Tage sich entleerende Eiter enthielt kein Jod, wohl aber der am 17. 4. erhaltene; der Nachweis geschah wie oben und wurde es, so lange der Kranke das Jodkali nahm, constatirt.

Die nämlichen Versuche wurden hierauf nach einem Zwischenraum von einigen Tagen, während welcher Zeit sämmtliches ungebundene Jod aus dem Körper entfernt wurde, mit Rhodankalium vorgenommen, ein Salz, welches sich seiner Unschädlichkeit, wie auch seiner leichten Erkennbarkeit wegen vortrefflich hierzu eignete. Der Erfolg war auch hier derselbe. Gab man es innerlich, so war es im Harn wie im Eiter mit

Sicherheit nachzuweisen (Desalbuminisirung, Verdampfung der Flüssigkeit bis auf etwa 10 grm., Ansäuerung mit Salpetersäure, Versetzung mit 1 Tropfen Ferr. sesquichlor. sol.); auch umgekehrt erschien das Rhodankal. im Harn wieder, wenn man es der Einspritzung in die Pleurahöhle zusetzte. Mit noch anderen Substanzen Versuche anzustellen, fehlte es an Zeit, da der Pat. inzwischen so weit hergestellt war, dass er die Klinik verliess.

Es schliessen sich hieran einige einschlägige Versuche, welche von Hrn. Dr. Quincke angestellt wurden, und deren Veröffentlichung mir derselbe freundlichst gestattete. Eine an Pyopneumothorax leidende Kranke nahm vom 13. 3. bis 15. 3. 4 grm. Jodkalium, am Mittag und Abend des 14. 3. je 0,33 grm. Lith. Carbonic. Am 15. 3. wurden durch die Punctio thoracis 5—600 Cc. dünner eitriger, schwach alkalischer Flüssigkeit entleert. Ein Theil davon wurde völlig blutfrei aufgefangen, enteiweisst, ein Theil des Filtrates unter Zusatz von Ammoniak eingeengt; die Probe mit Amylum und Salpetersäure ergab deutliche Jodreaktion; der andere Theil des Filtrates wurde zur Trockne gebracht, und verkohlt, der salzsaure Auszug der Kohle eingedampft. Eine Spur davon liess im Spektralapparat die Lithionlinie sehr deutlich erkennen.

Wie schon oben erwähnt, fielen verschiedene Versuche, Jodkali auch im reinen Abscesseiter nachzuweisen, negativ aus, und scheinen demnach zwischen letzteren und Pleuraabscessen bezüglich des Ueberganges im Blut gelöster Stoffe einige Differenzen zu bestehen, deren Erklärung durch eine ebenfalls von Hrn. Dr. Quincke angestellte Untersuchung gerade nicht erleichtert wird. Bei dem Kranken hatte sich im Verlauf eines Rheum. artic. acut. ein Pyarthros genu mit Durchbruch nach oben unter die Streckmuskulatur des Oberschenkels ausgebildet. Vierzehn Tage lang nahm er täglich 2 grm. Jodkalium; am 8. 3. öffnete man den Abscess durch Incision, wobei ca. 150 Cc. Eiter (von schwach saurer Reaktion) vollkommen blutfrei aufgefangen wurden. Jod wurde darin vergeblich gesucht, ebenso fiel das Resultat negativ aus, als am 10. und 20. 3. die Untersuchung wiederholt wurde; der Harn enthielt dagegen jedesmal

Jod. Am 28. 3. bekam Pat. Morgens und Mittags je 0,33 grm. Lith. Carbonic. Der am Morgen des 29. 3. entleerte Eiter wurde wie oben untersucht, und liess sich darin Lithion mit Sicherheit nachweisen.

Endlich möge noch ein Versuch erwähnt werden, wie wohl er kein positives Ergebniss lieferte. Patient, der an einem Lymphdrüsenabscess am Halse litt, nahm am 30. 6. Morgens und Mittags je 0,5 grm. Rhodankalium und 2,0 grm. Jodkalium; am 1. 7. Mittags wurden ca 10,0 grm Eiter mittelst einer Pravaz'schen Spritze extrahirt und auf diese Weise jede Verunreinigung des Eiters durch Blut sicher vermieden. Derselbe wurde in ebenderselben Weise behandelt, wie oben angegeben, doch erhielt man weder vom Jod noch vom Rhodankalium auch nur eine spurweise Reaction.

Für eine Erklärung dieser Thatsache, dass gewisse Stoffe in Abscesse übergehen, andere nicht, dürften die angeführten Untersuchungen nicht ausreichen, jedenfalls fordern sie zu Versuchen mit andern Stoffen auf.

Was schliesslich die Injectionen in vereiterten Pleurahöhlen betrifft, so scheint die leichte Resorptions-Fähigkeit von denselben uns davon abzurathen, Injectionen von differenten Stoffen vorzunehmen, — nach einer Einspritzung einer verdünnten Benzollösung sahen wir Fieber und Reizungszustände auftreten — da eine mehr weniger schädliche Wirkung auf den Gesammtorganismus dennoch gewiss nicht ausbleiben würde.

Die genannten Untersuchungen wurden in dem Laboratorium der Frerich'schen Klinik unter Leitung des jetzigen Dirigirenden derselben, Herrn Dr. Schultzen angestellt, dem ich mich für Anregung und Material zu lebhaftem Dank verpflichtet fühle.

Die Nervi splanchnici und das Ganglion coeliacum.

Von

F. Bidder
in Dorpat.

(Hierzu Tafel XII.)

Eine Untersuchung der physiologischen Wirkungen des schwefelsauren Atropins, die während des Sommers 1868 mich beschäftigte, hatte zu dem Ergebniss geführt, dass die bekannten Erfolge, die dieses Gift in dem Organismus des Menschen und der Säugethiere hervorruft, zum grossen Theil durch die Beziehungen verständlich werden, die zwischen ihm und den sogenannten Hemmungsnerven Statt finden (S. P. Keuchel, das Atropin und die Hemmungsnerven, Inaugural-Dissert. Dorpat 1868, 8.). Wir fanden, theils im Anschluss an frühere Erfahrungen, theils durch neue und eigends darauf gerichtete Experimente, dass — soweit sie dem Versuch unterworfen wurden — alle diejenigen Nerven, welche im peripherischen Nervensystem belegene Centra automatischer Actionen zu modificiren und zu hemmen vermögen, bei atropinisirten Thieren diese Wirkung völlig einbüssen. Es zeigte sich unter anderen, dass nicht allein — was schon v. Bezold gefunden hatte — die Herzzweige des Vagus allen Einfluss auf die Schlagfolge des Herzens verlieren, sondern dass auch die zur Unterkieferdrüse gehenden Zweige des Ram. lingualis N. trigemini keinen Speichelausfluss mehr aus dem Ductus Whartonianus hervorzurufen

vermögen, und dass ebensowenig die Nn. splanchnici die Darmperistaltik zu zügeln im Stande sind. Da solche Erfolge sich einstellten bei so kleinen Gaben des Giftes, dass andere Nerven in keiner Weise functionell alterirt erschienen, so war die Annahme einer näheren Beziehung des Atropin zu den Hemmungsnerven ganz unabweislich, und es durfte dieses Gift daher als ein Reagens für diese Nerven, und zwar der centrifugal leitenden Hemmungsnerven bezeichnet werden.

Die nächste hieran sich anknüpfende Frage war nun abe die, worauf dieses eigenthümliche Verhältniss sich gründe. Bei der im Wesentlichen gleichen Beschaffenheit functionell verschiedener Nervenprimitivfasern war es a priori nicht wahrscheinlich, dass die Hemmungsnerven in ihrem Verlaufe von ihrem Ursprunge bis in die Nähe ihres peripherischen Verbreitungsbezirks dem Gifte besondere Angriffspunkte darbieten könnten. Dass in den Stämmen und gröberen Zweigen der Nerven durch das Atropin eine erhebliche Veränderung nicht herbeigeführt sein könne, lehrt überdiess auch die Thatsache, dass, abgesehen von etwaigen Hemmungsfasern, sensible wie motorische Nerven atropinisirter Thiere auf angebrachte Reize in gewohnter Weise und mit ungeminderter Präcision reagiren. So stellen sich bei Tetanisirung des N. vagus am Halse zwar die bekannten kräftigen Zusammenziehungen der blosgelegten Speiseröhre ein, und die nicht selten von lautem Stöhnen begleitete Unruhe der Versuchsthiere (Hunde) beweist die ungehinderte Action sensibler Nerven; aber die Schlagfolge des Herzens erfährt trotzdem nicht die geringste Veränderung. Galvanisirung der Splanchnici erweckt zwar Schmerz und Veränderung in dem Lumen der Abdominalgefässe, die durch Steigerung des Blutdrucks in der Carotis sich zu erkennen giebt; aber der Einfluss auf die Darmperistaltik hat völlig aufgehört. Es bleibt nach solchen Erfahrungen nichts anderes übrig, als anzunehmen, dass in den letzten Endigungen der genannten Hemmungsnerven besondere Umstände gegeben sind, welche die Einwirkung des Giftes befördern, so dass durch Vernichtung der Actionsfähigkeit der peripherischen Endausbreitung auch der ganze übrige Verlauf der betreffenden Nerven von aller

physiologischen Leistung ausgeschlossen wird. Diese Besonderheiten werden sicherlich chemischer Art sein, und eine energische Affinität zu dem eingeführten Gift bedingen. Da jedoch zum unmittelbaren Nachweis derselben gegenwärtig keine Möglichkeit oder auch nur irgend welche Aussicht besteht, so muss wenigstens daran gedacht werden, die ohne Zweifel auch in histologischen Verhältnissen sich aussprechenden Eigenthümlichkeiten der fraglichen Nervenenden darzulegen. Wenn die abweichende Mischung derselben sich gegenwärtig noch nicht bestimmen lässt, so ist mindestens ihre eigenthümliche Form zu ermitteln, um damit für die künftige chemische Untersuchung feste Anhaltspunkte zu gewinnen. — Nun ist zwar aus physiologischen Thatsachen schon längst gefolgert worden, dass die Hemmungsnerven nicht direct zu den Muskeln sich begeben, deren Zusammenziehung sie zu sistiren bestimmt sind, dass sie vielmehr in die gangliösen Centra eintreten, von denen solche Muskeln zunächst regiert werden. Aber erst in der jüngsten Zeit ist der Versuch gemacht worden, den anatomischen Nachweis für dieses Verhältniss zu liefern. Ich habe (dies. Arch. 1867 u. 1868, S. 1) für die Rami glandulares aus dem N. lingualis des Hundes wahrscheinlich zu machen gesucht, für die Herzzweige des Vagus beim Frosch aber in unzweideutiger Weise darzuthun vermocht, dass sie in dem Ganglion submaxillare, resp. in den Zellenhaufen der Vorhofsscheidewand endigen, und zwar so, dass die „Spiralfaser" und das mit ihr zusammenhängende, theils in das Protoplasma der Nervenzelle sich einsenkende, theils bis zum Kerne derselben zu verfolgende Fadennetz als Ende der Hemmungsbahn, die „gerade" Faser dagegen als der aus der Zelle entspringende und von dieser zu den bezüglichen Muskeln führende Weg anzusehen sei. Es lag daher die Aufgabe nahe, durch weitere Ausdehnung dieser Untersuchungen nicht allein die bisher gewonnenen Ergebnisse zu befestigen, sondern wo möglich auch tiefer in diese Verhältnisse einzudringen, von deren gründlicher Erkenntniss allein ein einigermaassen befriedigendes Verständniss der Hemmungswirkungen und der Aenderungen, die dieselben durch gewisse in das Blut eingeführte Stoffe erfahren, zu erwarten ist. Ich habe

dieser Aufgabe durch Untersuchung der Endigungsweise der Nervi splanchnici in dem Ganglion coeliacum nachzukommen gesucht.

Da die Nn. splanchnici, soweit sie einen hemmenden Einfluss auf die Darmperistaltik ausüben, bekanntlich spinalen Ursprungs sind, und da die bedeutende Empfindlichkeit derselben bei lebenden Thieren auch für den cerebralen Ursprung einiger ihrer Elemente spricht, so war es zunächst von Interesse, die Beschaffenheit der in ihnen enthaltenen Primitivfasern mit den Formelementen anderer sympathischer Zweige zu vergleichen. Es wurde diese Untersuchung bei der Katze, dem Kaninchen und dem Hunde vorgenommen.

Bei der Katze giebt es in der Regel jederseits zwei Nn. splanchnici, einen oberen stärkeren, und einen unteren schwächeren, die beide in geringer Entfernung von einander von der untersten Partie der Pars thoracica des sympathischen Grenzstranges abgehen, der zweite gewöhnlich von dem letzten Gangl. thoracicum, der erste etwas oberhalb desselben. Beide begeben sich nach Durchbohrung des Zwerchfelles in fast querer Richtung gegen die Mittellinie des Körpers zum G. coeliacum hin. Ausnahmsweise habe ich jederseits einen einfachen Splanchnicus gefunden, der erst kurz vor seinem Eintritte in das G. coeliacum sich in zwei Aeste spaltete; noch seltener zeigen sich drei splanchnische Nerven, die entweder getrennt bleiben oder nach vorheriger Verschmelzung mit einander in das Ganglion sich einsenken. Nach Abgang dieser Zweige wird der Sympathicusstamm regelmässig so sehr verdünnt, dass der Anfang der Pars abdominalis desselben nur etwa den vierten Theil der Stärke des Brusttheils besitzt, und letzterer daher vorzugsweise aus den zur Bildung der Splanchnici bestimmten Fasern besteht[1]). Die Untersuchung des sympathischen Grenzstranges vor und

1) Auch Asp (Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig, zweiter Jahrgang, Leipzig 1868, S. 131) giebt an, dass der Brusttheil des sympathischen Grenzstranges zum grössten Theil in den N. splanch. major übergeht.

nach Abgang der Splanchnici, so wie der letzteren selbst, ergiebt demgemäss auch ganz constante Unterschiede in der Beschaffenheit und Anordnung der Primitivfasern.

Der Brusttheil des Terminalstranges, im frischen Zustande in seine mikroskopischen Elemente zerlegt, besteht aus breiten und schmalen Primitivfasern in anscheinend ziemlich gleichem Mengenverhältniss, und in solcher Anordnung, dass sie einestheils zwar regellos durch einander gemischt, zum grössten Theil aber gruppenweise in Bündeln zusammengelagert erscheinen, und dass daher neben Bündeln, die ausschliesslich aus schmalen Fasern bestehen, auch solche sich finden, in denen nur breite Elemente beisammen sind. Die breiten markhaltigen Fasern haben durchschnittlich einen Durchmesser von 0,015 Mm., sind bald scharf dunkelrandig, doppeltcontourirt, bald nach Eintritt der sogenannten Gerinnung durchweg von krümeligem Inhalt erfüllt. Fäden von 0,018 bis 0,021 Mm. Breite zeigen sich nur höchst selten; schmälere von 0,012 Mm. herab, die zuweilen angetroffen werden, weisen durch ihre weniger scharf ausgeprägten Doppelcontouren auf erlittene Dehnung und Zerrung hin. Uebergangsfasern im Sinne Courvoisier's, d. h. Fäden, die in ihrem Verlaufe abwechselnd breite und schmale Strecken darbieten, habe ich zwar nicht selten gesehen, muss aber auch sie aus demselben Grunde für Artefacta halten. — Die schmalen Fasern lassen sich wiederum in zwei Arten unterscheiden. Einige haben einen Durchmesser, der nur zwischen 0,0045 — 0,0060 Mm. schwankt, so dass diese Grenzen wohl nicht überschritten werden; ihre Doppelcontouren sind weniger scharf und dunkel, zum Beweise dass, obgleich auch sie markhaltig sind, das Nervenmark in ihnen doch weit weniger stark entwickelt ist. Mittelstufen zwischen jenen breiten und diesen schmalen markhaltigen Fasern giebt es kaum; Fasern von der Breite von etwa 0,01 Mm. sind mir nicht anders aufgestossen, als wo während der Präparation ungewöhnlich starke Zerrung Statt gefunden hatte, und wo in dem gestreckten Verlauf zurückgebliebener Bindegewebsfaserzüge ein unverkennbares Zeichen vorangegangener Dehnung vorlag. — Andere schmale Fasern dagegen sind ganz marklose, mit reichlichen Kernen besetzte, blasse,

gelatinöse, in der Regel ebenfalls zu Bündeln vereinigte Fäden. Der Durchmesser dieser „Remak'schen" Fasern erreicht höchstens die Grenze von 0,003 Mm.; nur an den Stellen, wo die eingelagerten Kerne den seitlichen Contour der Faser nach aussen drängen, kann ihre Breite über das angegebene Maass hinausgehen [1]). Wie diese drei Arten von Fasern des Sympathicusstammes sich zu einander verhalten, ob sie aus einander hervorgegangen sind, oder in ihrem weiteren Verlauf sich in einander fortsetzen, etwa so dass die breiten markhaltigen Fasern in schmale, und beide schliesslich in gelatinöse Fasern übergehen; ob dieser Uebergang im Sinne Courvoisier's erfolgen könne — was aus den angegebenen Gründen schwer zu ent-

1) Dass die anscheinend homogene axencylinderähnliche Masse dieser Fäden von einer eigenen Primitivscheide umhüllt wird, darf schon aus der Leichtigkeit geschlossen werden, mit der ein Bündel derselben sich in seine Elemente zerlegen lässt. Die Anwesenheit einer solchen Schwann'schen Scheide wird überdiess auch wahrscheinlich durch das Bild, welches Chlorpalladium an diesen Elementen hervorruft. Nach 24stündiger Einwirkung dieses Mittels werden seine Nervenstämmchen so steif und resistent, und das zwischen ihnen befindliche Bindegewebe dagegen so gelockert, dass sie sich noch weit leichter als im frischen Zustande in ihre longitudinal neben einander gelagerten Elemente zerlegen lassen. Aehnliches gilt auch von der Wirkung des Goldchlorids. Durch Chlorpalladium bekommen die Nerven zugleich ein schwarzes oder schwarzbraunes Aussehen, das an den markhaltigen Fasern entschieden nicht blos auf einer Färbung des Nervenmarkes, sondern auch der Primitivscheide beruht, während der Axencylinder und ebenso auch die Nervenzellen nur bräunlich gelb tingirt erscheinen. In derselben Färbung erscheint nun auch die Substanz der marklosen Fasern und was von Kernen ihnen zukommt. Ihre im frischen Zustande äusserst blassen seitlichen Contouren sind dagegen nunmehr zu scharfen dunkeln Linien umgewandelt, die sich ebenso ausnehmen wie die seitlichen Grenzlinien der mit unzweifelhafter Primitivscheide ausgestatteten markhaltigen Fasern. Dieser scharfe Contour der mit Chlorpalladium behandelten gelatinösen Fasern unterscheidet dieselben auch auf's entschiedenste von Bindegewebselementen. Das Bindegewebe nämlich bleibt nach solcher Behandlung weich und biegsam, wird nur schwach gelblich gefärbt; seine Fasern erscheinen wie nach Einwirkung schwacher Säuren (das von mir benutzte Präparat zeigte entschieden saure Reaction) gequollen bis 0,008 Mm. Breite, und mit höchst blassen seitlichen Contouren.

scheiden ist —, oder ob er nicht vielmehr durch Ganglien vermittelt werde — was wahrscheinlicher sein dürfte —, das muss ich vorläufig dahin gestellt sein lassen. Ebensowenig haben sich mir in Betreff des fibrillären Baues der Axencylinder weder von markhaltigen noch von gelatinösen Fasern Bilder dargeboten, die zur Erledigung dieser Frage hätten dienen können. Nur über das Mengenverhältniss zwischen breiten und schmalen Fasern kann ich genauere Angaben machen, da sie auf einem Querschnitte durch den erhärteten Grenzstrang sich gut übersehen lassen. Zu dieser Erhärtung lässt sich das Chlorpalladium mit Vortheil anwenden; in einer 1°/₀₀ Lösung desselben erlangen die in Rede stehenden Nerven gewöhnlich schon nach Verlauf von 24 bis höchstens 48 Stunden neben schwarzbrauner Färbung den gewünschten Grad schnittfähiger Consistenz. Auf einem Querschnitt durch den Brusttheil des Grenzstranges erscheinen nach Benetzung mit Wasser und Glycerin theils kreisrunde Durchschnitte von meistens 0,015 Mm. Durchmesser, zu äusserst tief braun gefärbt, nach Innen hin in concentrischen Ringen, — wie sie auch nach Erhärtung in Chromsäure und Behandlung mit Terpenthin bekannt sind — in stets lichter werdendes Braun übergehend, und im Mittelpunkte des Kreises einen hellgelblichen Theil, den Querschnitt des Axencylinders darbietend. Es scheint die Erhärtung der Nervenprimitivscheide und des Nervenmarks das Eindringen des Chlorpalladiums in den Axentheil der Nervenröhre abzuschwächen, und dadurch die helleren Farbentöne der inneren Partieen herbeizuführen. Denn neben diesen Querschnitten, die ohne Zweifel von breiten markhaltigen Nervenröhren herrühren, erscheinen andere kreisrunde dunkelbraune bis schwarzbraune Felder von durchschnittlich nur 0,003 Mm. Durchmesser, welche den schmalen markhaltigen wie marklosen Nervenfasern angehören, die von dem Erhärtungs- und Tinctionsmittel durchweg durchdrungen wurden. Der Gesammtquerschnitt des Sympathicusstammes vor dem Abgange der Splanchnici hatte bei einer grossen Katze einen Durchmesser von 0,56 Mm. Ungefähr die Hälfte desselben wurde von den breiten Fasern eingenommen, die andere Hälfte blieb den schmalen Fasern überlassen, die bei ihrer geringeren Breite daher

in überwiegender Mehrzahl vorhanden sind. Zwischen den Querschnitten beider Arten von Nervenfasern findet sich wenig einer durch das angewandte Reagens gelbgefärbten, bindegewebigen Zwischensubstanz. Auch auf solchen Querschnitten überzeugt man sich, dass breite und schmale Fasern meistens nicht promiscue durch einander liegen, sondern gruppenweise zusammengeordnet sind, so dass wohl auch die ganze eine Hälfte des Querschnittes von den breiten, die andere von den schmalen Feldern eingenommen wird. Die Stellen des Querschnittes, an denen die Bündel schmaler Fasern auftreten, unterscheiden sich, weil letztere durchweg tingirt sind, durch ihre dunklere Färbung von den den breiten Fasern angehörenden lichteren Stellen; es sind die „Flecken" oder „gefleckten Stellen" oder „nevelvlekken", wie sie an Querschnitten peripherischer Nerven schon öfters beschrieben sind, z. B. von Reissner (dies. Arch. 1861 S. 615, 1862 S. 125), von Luchtmans (Mededeling voor Natuur- en Geneeskunde, Utrecht Juni 1864). Siehe Fig. 1. der hier beigegebenen Tafel.

Das bisher Gesagte gilt von dem Grenzstrange oberhalb der Splanchnici; wird derselbe dagegen unterhalb des Abganges dieser Nerven, also in seinem Bauchtheil untersucht, so findet man ihn nicht allein beträchtlich verschmälert, so dass er im Querschnitt, von der bereits erwähnten Katze hergenommen, nur 0,27 Mm. Durchmesser hatte, sondern auch fast ausschliesslich aus schmalen Fasern zusammengesetzt, so dass bei sorgfältiger Durchmusterung des Nervenstranges nach seiner ganzen Dicke nicht leicht mehr als ein Dutzend breiter Fasern angetroffen werden; ganz dasselbe Verhältniss zeigte sich auf dem Querschnitte (Fig. 2). Woher die breiten Fasern an dieser Stelle abzuleiten sind, ob sie als gegen das Becken hinabsteigende, oder im Gegentheil als in dem Grenzstrange aufsteigende Elemente angesehen werden müssen, dürfte schwer zu entscheiden sein. Wenn die Untersuchung des Faserverlaufs an den Abgangsstellen der Nn. splanchnici ergeben sollte, dass breite Fasern der Splanchnicusbahn in den Grenzstrang einbiegend sich zum Becken hin wenden, so müssten solche Elemente als spinale von dem Lumbartheil des Rückenmarks herkommende,

in dem Grenzstrange aufsteigende und für den Darm bestimmte Fasern angesehen werden. Ich habe nun auch in der That einen solchen Verlauf an einzelnen breiten Fasern nachweisen können, aber dass diess von allen breiten Fasern des Bauchstranges gelte möchte ich doch nicht behaupten, und es ist vielmehr wahrscheinlich, dass wenigstens ein Theil der breiten Fasern im Brusttheil des sympathischen Grenzstranges auf anderen Bahnen als denen der Splanchnici zur peripherischen Ausbreitung gelange.

In den Nn. splanchnici selbst trifft man ganz dieselben Elemente wie im Brusttheil des Grenzstranges. Die breiten Fasern des letzteren gehen zum bei weitem grösseren Theile in die Bahn der ersteren über, und sind auch hier meistens in der Art zusammengeordnet, dass ganze Bündel von Fasern nur aus diesen breiten Elementen bestehen, während andere Bündel ausschliesslich schmale Fasern beherbergen. Im Ganzen überwiegt aber auch hier die Zahl der schmalen Fasern, namentlich in dem Splanchnicus minor.

Werden endlich die aus dem Gangl. coeliacum heranstretenden Nerven näher in's Auge gefasst, so findet sich sofort, dass ihre Gesammtheit die Stärke der eintretenden Nerven — der Splanchnici und der Vaguszweige — weitaus übertrifft, nach ungefährer Schätzung mindestens um das Fünffache, und dass sie mit zahlreichen Plexus namentlich die Art. coeliaca und mesenterica super. umspinnen. Bei mikroskopischer Untersuchung zeigen sie sich gewöhnlich in dem Maasse überwiegend aus schmalen Elementen zusammengesetzt, dass nur hin und wieder eine breite Faser dem Auge begegnet, oder auch bei sorgfältiger Durchmusterung eines ganzen Nervenstämmchens durchaus vermisst wird. Zuweilen, und namentlich in den die Art. mesent. umspinnenden Strängen habe ich allerdings auch stärkere Bündel breiter Fasern angetroffen, die demnach das Gang. coeliacum unverändert durchsetzt hatten, und von denen angenommen werden muss, dass sie erst weiterhin in Ganglien, die innerhalb des Mesenteriums oder der Darmwand gelegen sind, ihr Ende erreichen. Die hier jedenfalls entschieden vorwaltenden schmalen Fasern unterscheiden sich jedoch ihrer Mehrzahl nach

von den schmalen Elementen in dem Grenzstrange und den Splanchnici. Sie haben durchschnittlich einen Durchmesser von 0,006—0,008 Mm., sie bieten dem entsprechend mehr Raum zur Aufnahme von Nervenmark dar, ihre Contouren sind tiefdunkel, oder ihr ganzer Inhalt nach eingetretener „Gerinnung" körnig. Gelatinöse Fasern scheinen hier in um so geringerer Zahl vorzukommen, je näher zu dem Gangl. coeliac. hin die austretenden Nerven untersucht werden, während nach der peripherischen Seite hin ihre Zahl steigt. Bei dieser Beschaffenheit, nach welcher die Intestinalzweige des Gangl. coeliac. in Bezug auf ihre Elementarzusammensetzung eine mittlere Stellung zwischen den oben erwähnten schmalen und breiten Fasern des Grenzstranges und der Splanchnici einnehmen, könnten sie entweder als directe Fortsetzungen der einen oder der anderen betrachtet werden, oder als in dem Gangl. coeliac. neu entstandene Elemente zu bezeichnen sein. Bei der Unmöglichkeit das Bestehen von „Uebergangsfasern" im Verlaufe der Nerven mit Sicherheit nachzuweisen, müssen die Ganglien als Vermittler der in dem Charakter der Nervenfasern auftretenden Aenderungen in's Auge gefasst werden, und es kommt also darauf an, die Beziehungen darzulegen, die zwischen den in das Gangl. coeliac. eintretenden Elementen der Nn. splanchnici und den Primitivfasern der aus ihm heraustretenden Intestinalzweige des Sympathicus etwa Statt finden.

Auf eine Beschreibung der Lage, Grösse, Form und anderer äusserer Verhältnisse des Gangl. coeliacum kommt es hier nicht an; es kann in dieser Beziehung auf die von Lamansky (Zeitschr. für ration. Med. 1866, Bd. 28, S. 63) gelieferte Abbildung verwiesen werden. Nur die innere Textur jenes Ganglions ist für die vorliegende Frage von Bedeutung. Ich habe bei dieser Untersuchung verschiedene Methoden versucht: Maceration in Jodserum, successive Behandlung mit höchst verdünnter Essigsäure und Chromsäure, mit dem schon oben erwähnten Chlorpalladium, mit Goldchlorid u. and., und bin schliesslich bei letzterem stehen geblieben, das verhältnissmässig noch den meisten Aufschluss gewährt. Da Segmente aus dem vorher erhärteten Ganglion bei den hier zu stellenden Fragen be-

sondere Auskunft nicht verhiessen, diese vielmehr nur von Präparaten zu erwarten war, die nach vorhergehender Maceration mit Nadeln hinreichend ausgebreitet wurden, so konnten zur Tinction der Nervenelemente nur sehr verdünnte Lösungen des Goldpräparates, durch welche ein Brüchigwerden der zu untersuchenden Theile nicht zu befürchten stand, verwendet werden. In der Regel wurde eine Lösung von 0,5 bis 1 Milligr. Goldchlorid in 10 grm. destill. Wassers[1]) auf ein mit den zunächst anhängenden Nerven herauspräparirtes Gangl. coeliac. gebracht. Um das Eindringen der Flüssigkeit in das Innere des Ganglions zu befördern, wurden an letzterem mehrfache Einschnitte gemacht. Gewöhnlich waren indessen an den künstlichen wie natürlichen Flächen selbst nach mehrstündiger Einwirkung der Goldlösung und darauf folgender Aufbewahrung in mit Essigsäure schwach angesäuertem Wasser nur einige wenige zunächst angrenzende Lagen von Nervenzellen tingirt. Zwar liess sich durch längeres Liegenlassen in der Goldflüssigkeit oder durch Anwendung stärkerer Lösungen ein tieferes Eindringen derselben in die Substanz des Ganglions bewirken; aber die nachfolgende Reduction rief alsdann auch gewöhnlich eine so dunkle Tinction der Zellen hervor, dass feinere Texturverhältnisse derselben nicht ermittelt werden konnten. Zuweilen lässt sich ein recht günstiger Farbenton auch dadurch erzeugen, dass ein vorher mit Nadeln hinreichend ausgebreitetes Präparat erst auf dem Objectglase mit der Goldlösung benetzt wird, ein Verfahren, das schon Courvoisier (M. Schultze's Arch. 1868, Bd. 4, S. 141) für Froschnerven empfiehlt. Indessen muss im Allgemeinen doch gesagt werden, dass, wenn nicht schon durch die erste Einwirkung der Goldlösung eine passende Tinction der zu untersuchenden Theile erreicht war, die spätere Nachhülfe gewöhnlich keine erhebliche Besserung herbeizuführen vermag. Die Wirkung der Goldtingirung ist eben eine sehr

1) Mit Recht hat Schweigger-Seidel (Virchow u. Gurlt, Jahresbericht pro 1868, S. 39) bemerkt, dass eine solche $\frac{1}{20000}$ oder $\frac{1}{100000}$ Goldchlorid enthaltende Flüssigkeit nicht eine 0,00005 %, sondern nur eine 0,005 % genannt werden darf.

capriciöse, und im Voraus nicht zu berechnen (dies. Arch. 1869 S. 79, Anm.). Endlich muss ich noch bemerken, dass ich keinen Unterschied wahrnehmen konnte, wenn ein Präparat ganz frisch, „noch warm", der erwähnten Behandlung unterworfen, oder aus einem bereits erkalteten Leichnam genommen wurde, und dass alle Präparate beim Aufbewahren in Glycerin so sehr nachdunkelten, dass sie nach einigen Wochen ziemlich unbrauchbar wurden.

Unmittelbar vor ihrer Einsenkung in das G. coeliacum bieten die Nn. splanchnici denselben Charakter dar, der gleich bei ihrer Abzweigung vom Stamm des Sympathicus ihnen eigen war. Die breiten Fasern sind zum grössten Theil noch immer in Bündel gesammelt, die selbst dem unbewaffneten Auge kenntlich sind, indem sie durch ihre dunkelblaue oder selbst blauschwarze Farbe von den rothtingirten Bündeln der schmalen Fasern sich unterscheiden. Dieser Farbenunterschied beruht darauf, dass das Nervenmark und wohl auch die bindegewebige Primitivscheide der breiten Fasern von dem Gold dunkel gefärbt werden, während in den schmalen Fasern, auch wenn sie doppelte Contouren haben, die Schicht des Nervenmarks zu unbedeutend ist, um jene dunkle Färbung zu produciren. Die glatten gelatinösen Nervenfasern sind dagegen in der Regel nur in ihren Kernen deutlich roth tingirt, und bieten im Uebrigen und einzeln betrachtet nur einen schwachen Schimmer dieser Färbung dar. Das tiefdunkle, gewöhnlich nicht gleichmässige, sondern gefleckte Aussehen der breiten Fasern giebt aber auch Gelegenheit, ein anderes Verhalten an einigen derselben mit vollster Sicherheit zu erkennen. Während nämlich im Stamm des Sympathicus wie in den Splanchnici, gleich nach ihrer Abzweigung von jenem, die breiten Nervenfasern, wenngleich vielfach durch einander geschlungen, doch immer ungetheilt weiter gehen, habe ich unmittelbar vor ihrer Einsenkung in das Ganglion einigemal Theilungen derselben wahrgenommen. Diese Theilung fand, soweit die bisherige Erfahrung reicht, nur einmal an einer Faser Statt; sie war immer eine Bifurcation, und die beiden Zinken der Gabel, an Stärke dem Mutterstamme ganz gleich, setzten dicht neben einander verbleibend, ihren

Weg in der ursprünglichen Richtung weiter fort. So unzweideutig mir solche Theilungen an der genannten Stelle entgegengetreten sind, so haben sie bei den zahlreichen Thieren, die ich auf diesen Gegenstand untersucht habe, doch nur so selten sich mir dargeboten, dass sicherlich nur eine Minderzahl der breiten Nervenfasern dieser Körperstelle die genannte Eigenthümlichkeit zeigt.

Bei Untersuchung des Gangl. coeliacum selbst zeigte sich bald, dass die hier vorkommenden Nervenzellen so bedeutende Differenzen in Form, Grösse, Lagerung und Verbindung darbieten, dass Verschiedenheiten der ihnen obliegenden Leistungen zur unabweislichen Annahme werden. In der fast verwirrenden Mannichfaltigkeit dieser Verhältnisse lassen sich bei fortgesetzter Untersuchung, wie mir scheint, doch gewisse Gesetze unterscheiden. In geringer Zahl zwar, aber in ganz unzweideutiger Weise, erscheinen ziemlich regelmässig geformte, spindelförmige, bipolare Zellen (Fig. 3), in deren feingranulirtem Protoplasma ein einfacher scharf umschriebener kreisrunder Kern mit Kernkörperchen eingebettet ist. Der Kern liegt bald in der breiteren Mitte der Zelle, bald mehr gegen das eine oder das andere verschmälerte Ende hin. Eine einfache scharfe dunkle Grenzlinie als optischer Ausdruck einer Zellenmembran oder einer bindegewebigen Scheide ist häufig nicht mehr zu bemerken; der Zellkörper geht an seiner Peripherie vielmehr in einen allmählig verblassenden Saum über. An solchen „freien“ Zellen ist aber um so entschiedener wahrzunehmen, dass sie an beiden mehr oder weniger verschmälerten Enden sich in ein Paar cylindrische Fasern fortsetzen, die bald wie der Protoplasmakörper feingranulirt[1]), bald auch wie manche Nervenfasern in Folge der vorangegangenen Behandlung in quaderförmige Stücke getheilt oder quergebändert erscheinen. Ohne Zweifel sind diese Fortsätze entweder die Anfänge von Axencylindern markhaltiger Nervenröhren, oder die Ursprünge mark-

1) Ob bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen auch hier eine fibrilläre Textur nachzuweisen sei, kann unerörtert bleiben, da es für die Erledigung der hier zu stellenden Fragen gleichgültig ist.

loser gelatinöser Nervenfasern. Eine directe Entscheidung zwischen diesen beiden Möglichkeiten vermag ich nicht zu treffen, da es niemals gelang, diese Fortsätze bis zu einer unzweideutig markhaltigen oder gelatinösen Faser zu verfolgen. Doch scheint mir jenes gebänderte Ansehn dafür zu sprechen, dass hier markhaltige Fasern vorliegen, in deren Verlauf eine Zelle eingebettet ist, da ich eine ähnliche Zerklüftung an gelatinösen Fasern nie beobachtet habe[1]). Auch würde, abgesehen selbst von dem Mangel an Kernen, die beträchtliche Breite dieser Zellenfortsätze mit dem Durchmesser der Axencylinder markhaltiger Fasern eher übereinstimmen, als mit demjenigen der gelatinösen Fäden. Den von Remak (Berliner Monatsberichte 1854, Januar) hervorgehobenen Unterschied zwischen den bipolaren Zellen des Plexus solaris und der Spinalganglien, dass bei jenen beide Fortsätze sich verästeln, habe ich nicht wahrnehmen können; ich fand bei der von mir angewandten Behandlung die Fortsätze immer sehr nahe der Zelle abgerissen. Unipolare Zellen, die Remak ebenfalls aus dem Plexus solaris erwähnt, habe ich bei der Katze niemals angetroffen, ohne dass dem Verdachte Raum gegeben werden musste, es sei der eine Fortsatz gewaltsam abgerissen. — Was die physiologische Bedeutung dieser bipolaren Zellen betrifft, so dürfte, weil derartige Formen wenigstens bei Fischen

1) Queerstreifung der Axencylinder nach Behandlung mit Silbersalpeter erwähnte (in Rückenmarksschnitten) zuerst Fromann (Virch. Arch. 1864, Bd. 31, S. 151, Tab. VI, Fig. 11—16), und bemerkte zugleich, dass auch an zerzupften Präparaten peripherer Nerven frei hervorstehende Axencylinder oft die Querstreifung zeigten, während dieselben an Axencylindern, die vom Myelin und der Scheide noch umschlossen waren, seltener sichtbar war. Nach M. Schultze (in Stricker, Lehre von den Geweben, Lief. 1, Leipzig 1868, S. 118) hat Grandry in Brüssel solche Streifen wie an Axencylindern so auch an verästelten Fortsätzen der Ganglienzellen und der Zellkörper selbst in der überraschendsten Weise wahrgenommen. — Das Goldchlorid scheint also unter Umständen ganz ähnliche Veränderungen hervorzurufen, und zwar nicht blos an nackten Axencylindern, sondern auch an markhaltigen Fasern, obgleich freilich eine grössere Menge von Nervenmark diese Querstreifung verdecken kann.

in manchen sensiblen Nerven sich mit Sicherheit nachweisen lassen, vielleicht auch an diesem Orte die Sensibilität, die den Nn. splanchnici in hohem Grade zukommt, durch sie vermittelt werden.

Sehr verschieden von diesen spindelförmigen sind quader- oder würfelförmige Zellen, die ich nicht anders als in reihenartiger Anordnung mitten in Bündeln der gelatinösen Fasern angetroffen habe. Gewöhnlich finden sie sich am Anfange der von dem Gangl. coeliacum abgehenden sympathischen Zweige eingelagert, in einfacher oder mehrfacher Reihe, deren Längsaxe mit der longitudinalen Axe des Nerven zusammenfällt. In einer solchen Reihe finden sich 6—12 und mehr Zellen so dicht an einander gelagert, dass eine hiermit zusammenhängende gegenseitige Abplattung ihre scharfkantige Gestalt zu bedingen scheint. Die Zellen legen sich mit ihren abgeplatteten Flächen dicht an einander, ohne Dazwischenkunft irgend einer anderen trennenden oder verbindenden Substanz, als der Primitivnervenscheide. Ein scharfumschriebener Kern nebst Kernkörperchen fehlt auch hier nicht, aber von dem Ursprung von Fasern habe ich mich an diesen Zellen niemals mit Sicherheit überzeugen können, und wer zur Annahme apolarer Nervenzellen geneigt ist, könnte in diesen dichtgedrängten Zellenreihen einen Beweis für dieselbe gefunden zu haben meinen. Da von den Berührungsflächen je zweier Zellen nicht wohl Fortsätze ausgehen können, und an der übrigen Aussenfläche derselben sich niemals der Abgang irgendeiner irgendwie gearteten Faser hat beobachten lassen, so bliebe nur der die Berührungsflächen begrenzende Rand als Ursprungsstelle von Nervenfasern übrig. Wenn man sich daran erinnert, dass die Spiralfaser in den sympathischen Nervenfasern des Frosches wenigstens zum Theil sicherlich von dem Protoplasma der Zelle entspringt, und zwar vom Rande der tellerförmigen Grube, an welcher der Eintritt der Faser in das Innere der Zelle erfolgt (dies. Arch. 1868, S. 26, Taf. I, Fig. 1), so wird die Möglichkeit zugegeben werden müssen, dass auch im vorliegenden Falle von dem Rande der Berührungsflächen zweier benachbarten Zellen Fortsätze ausgehen; aber ich habe sie in den Fasern, in deren Verlauf diese Zellen ein-

gebettet sind, bei der befolgten Untersuchungsmethode in der Katze niemals mit Sicherheit nachzuweisen vermocht. Im Kaninchen gestalten sich diese Verhältnisse allerdings deutlicher, und ich werde daher weiter unten nochmals auf sie zurückkommen.

In überwiegender Menge finde ich endlich in dem Gangl. coeliacum der Katze unregelmässig runde oder eckige und vielstrahlige Zellen (Fig. 4 u. 5). In manchen Zerzupfungspräparaten schwimmen in der umgebenden Flüssigkeit zahlreiche aus ihren Verbindungen und Umhüllungen vollkommen gelöste und durchaus freie Nervenzellen, die durch das Goldpräparat in verschiedenen Nüancen roth oder blau gefärbt sind. Die Zellen sind alle mit einem einfachen Kern nebst Kernkörperchen versehen, und haben eine durchaus unregelmässige Gestalt mit vielzackiger Oberfläche. Ich habe an isolirten Zellen von demjenigen Theil ihrer Oberfläche, den man bei durchfallendem Licht ihren Rand nennen kann, bis sechs und mehr Höcker sich erheben, und in äusserst zarte und eben deshalb so leicht abreissende Fasern übergehen sehen. Aber auch die dem Beobachter zugewendete Seite der Zellenoberfläche bietet ähnliche Buckel dar, die sich in Fasern fortsetzen, welche wegen ihrer Zartheit auf dem dunkeln Grunde des gefärbten Zellenprotoplasma kaum zu unterscheiden sind. Wenn nun auch auf der vom Beobachter abgewandten Seite der Zellenoberfläche ähnliche Verhältnisse angenommen werden müssen, so darf man wohl behaupten, dass von diesen Zellen des Gangl. coeliacum mindestens ein Dutzend Fasern ausgehen. Der seit Remak (Monatsberichte der Berliner Akademie der Wiss. Jan. 1854, Separat-Abd. S. 3) bis auf die jüngste Zeit (G. Schwalbe in M. Schultze's Arch. für mikroskop. Anat. 1868, Bd. 4, S. 59) öfters wiederkehrenden Angabe über das Vorkommen multipolarer Nervenzellen in dem Sympathicus der Säuger, muss daher in Bezug auf die hier behandelte Körperstelle durchaus zugestimmt werden. Aber von entschiedenster Bedeutung wäre es an den zahlreichen mit diesen multipolaren Zellen zusammenhängenden Fasern eine Unterscheidung in zutretende und abgehende machen, und danach ihre physiologischen Leistungen

beurtheilen zu können. Doch ist die bisherige Ausbeute in dieser Richtung nur eine dürftige zu nennen.

Nach zwei Richtungen hin müssten, so scheint mir, in dem uns beschäftigenden Fall Merkmale functioneller Verschiedenheiten der Zellenfortsätze gesucht werden, einmal indem man anatomische Differenzen der Zellenausläufer selbst oder der Nervenfasern, in welche sie übergehen, darlegte, andererseits indem man Unterschiede in den Beziehungen der Zellenfortsätze zu dem Protoplasma oder zu dem Kern und Kernkörperchen der Zellen nachwiese. Was das erstere betrifft, so hat zwar schon Remak a. o. a. O. erwähnt, dass man im Plexus solaris Ganglienzellen finde, deren Fortsätze sich auf ähnliche Weise von einander unterscheiden, wie die der Ganglienzellen der elektrischen Hirnlappen beim Zitterrochen, an denen man die zur Bildung der elektrischen Wurzeln des N. vagus und trigeminus bestimmten Fortsätze, und die in das Innere des verlängerten Marks eintretenden Ausläufer unterscheiden könne. Näheres ist jedoch über diese Unterschiede in Bezug auf den Plexus solaris nicht anzugeben. — Ueber Verschiedenheiten der Zellenfortsätze im peripherischen Nervensystem hat neuerdings auch G. Schwalbe (a. a. O. S. 70, Tab. IV, Fig. 9) die von ihm am Sympathicus der Katze zwar nur einmal mit Sicherheit gemachte aber äusserst wichtige Beobachtung mitgetheilt, dass neben mehreren feingranulirten und sich weiter theilenden „Protoplasmafortsätzen" einer Zelle ein durch geringere gleichmässige Breite und ungetheilten Verlauf unterschiedener „Axencylinderfortsatz" sich darbot, an dem überdiess ein elliptisches, dunkel und scharf contourirtes Korn als Rest einer Markscheide (Kern einer gelatinösen Faser?) wahrgenommen wurde. Mir haben ähnliche Bilder aus dem Gangl. coeliac. der Katze so häufig und in manchen Präparaten so zahlreich sich dargeboten, dass ich nicht zweifeln kann, es gelte diess für die Mehrzahl der hier vorkommenden Nervenzellen, trete jedoch nur dann mit voller Deutlichkeit zu Tage, wenn die vorangegangene Maceration und Tinction der Zerlegung mittelst Nadeln in besonders günstiger und nicht im Voraus abzumessender Weise vorgearbeitet haben. Den unzweideutigen Uebergang eines Zellen-

ausläufers in eine dunkelrandige oder eine gelatinöse Faser habe ich zwar nicht gesehen, weil an den ganz isolirten Zellen alle Ausläufer gewöhnlich sehr bald nach ihrem Abgange von der Zelle abreissen, und weil an Zellen, die ihre natürliche Lage und Verbindung beibehalten, in dem Gewirre der ringsum sie umspinnenden und durchsetzenden Fasern, über die weiteren Schicksale der zarten Zellenausläufer sich nichts ermitteln lässt. Aber es hat mir kein Zweifel daran übrig bleiben können, dass die beiden genannten Faserarten mit den Zellen des Gangl. coeliacum in unmittelbarem Zusammenhang stehen. Häufig nämlich findet man, dass aus den Rändern der Zerzupfungspräparate Zellen hervorragen, die mehrere vorspringende Ecken zeigen, welche in zarte blasse feingekörnte Fasern übergehen, die bald abreissen. Eine solche in ihrem übrigen Umfange freiliegende Zelle bleibt mit einem anliegenden Nervenbündel oder Zellenhaufen verbunden durch einen breiteren Fortsatz, der in eine wie das Zellenprotoplasma gefärbte und granulirte Faser übergeht, die sich mehrere Male in einer den Zellendurchmesser um das Doppelte übertreffenden Länge in dem anliegenden Gewebe unterscheiden, und namentlich durch Druck kenntlich machen lässt. Wenn in der Regel alle Ausläufer dieser multipolaren Zellen unmittelbare Fortsetzungen des Zellenprotoplasma zu sein scheinen, und jede Andeutung darüber fehlt, dass sie durch den Zellkörper hindurch bis zum Kern durchdringen, oder dass gar von dem Kernkörperchen ausgehende Fäden mittelbar oder unmittelbar in die Zellenäusläufer sich fortsetzen, so hat doch einige Male sich ein Verhältniss dargeboten, wie es in Fig. 6 wiedergegeben ist. Hier zeigte eine Zelle drei ziemlich starke feingranulirte Fortsätze, von denen es unentschieden bleiben musste, ob sie in gelatinöse oder dunkelrandige Fasern überzugehen bestimmt sind; an einer Stelle war überdiess der Zellencontour so unregelmässig, dass die Vermuthung sehr nahe lag, es sei hier ein vierter Zellenausläufer abgerissen. Mitten in dieser Zelle zeigte sich an Stelle des sonst kreisrunden und lichten Kerns eine dunkeltingirte, strahlenförmige oder zackige Figur mit stark umschriebener Grenze, die wie durch ihre Lage so durch die Anwesenheit eines Nu-

cleolus sich als Zellenkern charakterisirte. Von diesem Kern gingen fünf Fortsätze aus, die durch das Zellenprotoplasma nach aussen drangen, als einfache dunkle Linien auf der Oberfläche der Zelle auftauchten, und hier theils abgerissen waren, theils aber, und diess war bei drei Fortsätzen der Fall, sich eine kurze Strecke auch ausserhalb der Zelle verfolgen liessen, wobei der eine Fortsatz einen Kern zeigte, der durch das Goldchlorid wie alle Kerne gelatinöser Nervenfasern stark tingirt erschien. Dieser gekernte Fortsatz vereinigte sich bald mit dem zweiten und dritten, und der nach ihrer Verschmelzung noch sichtbare Stumpf hatte, soweit sich das bei der kurzen Strecke seines sichtbaren Verlaufs beurtheilen liess, ganz den Charakter der gelatinösen Nervenfasern. — So sehr dieser Befund an die in den Zellenhaufen des Froschherzens gefundenen, in diesem Archiv 1868, Tab. I, Fig. 1 u. 2 dargestellten Verhältnisse erinnerte, und zu der Vermuthung berechtigte, dass das eben erwähnte Fadennetz das Ende einer zu der Zelle hinleitenden Bahn, die aus dem Zellkörper selbst hervorgehenden Fortsätze aber die von der Zelle ausgehenden und zu peripherischer Verbreitung bestimmten Fäden seien, so konnte dieser Kernpunkt der ganzen vorliegenden Frage durch die erwähnte Beobachtung doch um so weniger für erledigt angesehen werden, als in ihr selbst ein Beweis für die angedeutete Erklärung nicht enthalten war. Eine sichere Begründung dieser Deutung und eine definitive Entscheidung darüber, welche Zellenfortsätze als zuleitend, welche als ableitend zu betrachten sind, war nur zu erwarten von Durchschneidung der Nn. splanchnici, und der dadurch gesetzten anatomisch nachweisbaren Degeneration der zu den Ganglien hinzutretenden Fasern. Ehe ich jedoch diesen Weg betrat, schien es wünschenswerth, die Textur des Gangl. coeliacum auch bei andern Säugern zu untersuchen.

Beim Kaninchen sind die makroskopischen Verhältnisse der Nn. splanchnici und ihre Beziehungen zu dem in mehrere Abtheilungen zerfallenden Gangl. coeliacum unter and. schon von Budge (Nov. Act. Leop. Carol. 1860, Bd. XXVII, S. 267),

Ploch (über den Diabetes nach Durchschneidung des N. splanchn. Inaug. Diss. Giessen 1863), Lamansky, (Zeitschr. f. ration. Med. 1866, III. Reihe, Bd. 28, S. 61), Eckhard (Beiträge zur Anatomie u. Physiol. Bd. 4, Giessen 1867, S. 5) und von W. Krause (die Anatomie des Kaninchens, Leipzig 1868, S. 264) so genau bezeichnet worden, dass etwas Wesentliches kaum hinzuzufügen sein dürfte. Zu bemerken wäre nur, dass auch bei diesem Thiere der N. splanchnicus beiderseits den Bauchtheil des sympathischen Grenzstranges beträchtlich an Stärke übertrifft, so dass der Unterschied in der Dicke der Pars thoracica und Pars abdom. desselben von den zum N. splanchnicus sich abzweigenden Elementen abzuleiten ist; auch hier war daher im Hinblick auf die beim Kaninchen besonders deutlich darzulegenden Hemmungswirkungen der Nn. splanchn. ein Unterschied in der Elementarzusammensetzung der genannten Nervenstämme zu erwarten. Da überdiess der N. splanchn. nicht allein gewöhnlich mit zwei feinen Zweigen in die getrennten Massen des Ganglion coeliacum sich einsenkt, sondern ausserdem mit einem von Krause als Ramus posterior bezeichneten Aste zum Plexus renalis tritt, so durfte man erwarten, auch aus der verschiedenen Textur dieser Zweige unseres Nerven Anhaltpunkte für die Diagnose der in ihm enthaltenen hemmenden Nervenfasern zu gewinnen. Die folgenden Angaben sind einem grossen männlichen Thier von nahezu 3 Kgrm. Körpergewicht entnommen.

Der Stamm des Sympathicus auf der rechten Seite vor dem Abgange der Nn. splanchnici, in der Höhe etwa des hinteren Endes der achten Rippe, hatte eine Dicke von 0,48 Mm. Durchmesser. Er bestand zum bei weitem grössten Theil aus Fasern von 0,009 Mm. Breite, die durch dunkle Ränder, doppelte Contouren, krümeligen Inhalt ausgezeichnet waren. Daneben fanden sich gelatinöse und gekernte Fasern von nur 0,0045—0,0060 Mm. Durchmesser, und endlich auch einige sehr breite von 0,018 bis 0,024 Mm., deren dunkle Ränder und doppelte Contouren sie als sogenannte animale Fasern kennzeichneten. Dieselbe Zusammensetzung zeigte der als ein einfaches Bündel sich abzweigende Splanchnicus. Der hiernach übrigbleibende

Rest des sympath. Grenzstranges hatte nur 0,21 Mm. im Durchmesser. Breite Fasern vermochte ich gar keine in ihm aufzufinden; er bestand fast ausschliesslich aus den erwähnten Elementen von 0,009 Mm. Breite mit wenigen bündelweise auftretenden Fasern von 0,005 Mm. — An demselben Thier auf der linken Seite hatte der Sympathicusstamm in der Höhe der sechsten Rippe und oberhalb des hier gelegenen Ganglions einen Durchmesser von 0,24 Mm.; er enthielt und zwar anscheinend ausschliesslich schmale, aber doch dunkelrandige und mit körnigem Inhalt erfüllte Fasern. Unterhalb des genannten Ganglions aber war der Durchmesser auf 0,036 Mm. gestiegen, und es waren bei jedem aus dem Stamme genommenen Präparate mehrere breite Fasern nachzuweisen. In der Gegend der zehnten Rippe wurde der Sympathicusstamm nach Abgabe des 0,18 Mm. dicken N. splanchnicus auf 0,14 Mm. Durchmesser reducirt. Indem ich ihn hier seiner ganzen Dicke nach auf seine Elemente durchmusterte, fand ich nur drei Fasern von 0,018 Mm., alle übrigen gehörten zur Classe der zwischen 0,004 bis 0,006 Mm. schwankenden Nervenfäden. In dem Splanchnicus dieser Seite konnte ich dagegen einige zwanzig Fasern von 0,018 bis 0,024 Mm. nachweisen. In der Lumbargegend schwankte der Durchmesser des Sympathicusstammes von 0,135 bis 0,150 Mm.; auch hier waren noch einzelne breite Fasern nachweisbar. — In den Zweigen, die aus den verschiedenen Abtheilungen des Ganglions hervorgehen, theils der Art. coeliaca und mesenterica folgen, theils ohne Gefässbegleitung zu peripherischer Ausbreitung sich fortsetzen, und in ihrer Gesammtheit die eintretenden Splanchnici und Vaguszweige um das Mehrfache an Stärke übertreffen, zeigen sich entweder gar keine oder nur ganz vereinzelte breite markhaltige Fasern. Es bestehen diese Nervenzweige vielmehr überwiegend aus schmalen dunkelrandigen Fasern, denen jedoch auch Bündel gelatinöser Fasern zugemischt sind. Die breiten Fasern der zutretenden Nn. splanchn. erreichen also zum grössten Theile in dem Gangl. coeliacum selbst ihr Ende, wie andererseits ebendaselbst die schmalen Fasern der austretenden Intestinalzweige zum überwiegenden Theil erst ihren Anfang nehmen müssen.

Bei mikroskopischer Untersuchung des ebenfalls mit Goldchlorid vorbereiteten Gangl. coeliacum des Kaninchens ist die auffälligste Erscheinung der Umstand, dass die Nervenzellen desselben mit doppelten Kernen und gewöhnlich mit mehrfachen Kernkörperchen versehen sind. Zwar ist diess Verhältniss schon Remak bei seinen ersten anatomischen Untersuchungen nicht entgangen, indem er (Observationes de system. nerv. structura, Berol. 1838, Fig. 15) nicht allein ein Paar solcher zweikernigen Zellen abbildete, sondern auch sowohl in der Erklärung dieser Figur wie auf S. 9, §. 14, es als eine Eigenthümlichkeit jüngerer Thiere, besonders des Kaninchens, bezeichnet, dass ihre sympathischen Nervenzellen zwei einander ganz ähnliche Kerne beherbergen. Aber diese Bemerkung hat keine weitere Beachtung gefunden, bis neuerdings Guye (Centralblatt f. d. med. Wiss. 1866, Nr. 56, S. 881) die Aufmerksamkeit wieder hierauf lenkte, und G. Schwalbe (a. a. O. S. 61) näher auf dieses Verhältniss einging. Bei anderen Thieren sind mehrkernige Nervenzellen zwar auch beobachtet worden. So beschreibt Courvoisier (M. Schultze's Arch. 1868, Bd. IV, S. 133, Tab. X, Fig. 4), aus den Spinalganglien des Frosches „als Seltenheit" doppelte Kerne; ja einmal konnte er mit aller Sicherheit drei Kerne in einer Zelle beobachten, deren jeder an letzterer eine besondere Hervorragung bildete. Aus dem Gangl. coeliacum der Katze habe ich auch einmal eine doppeltkernige Zelle dargestellt (Fig. 7), an der ein noch ziemlich wohlerhaltener Fortsatz anhieng, und ein paar defecte Stellen auf abgerissene Fortsätze hinwiesen. Auch Schwalbe (a. a. O. S. 61) nennt das Vorkommen zweier Kerne, abgesehen von den sympathischen Zellen des Kaninchens und Meerschweinchens, ein äusserst seltenes. In dem Gangl. coeliacum des Kaninchens dagegen bietet die überwiegende Mehrzahl der Zellen diese doppelten Kerne dar. Diese zweikernigen Zellen haben eine sehr verschiedene Grösse und Gestalt. Ihr längerer Durchmesser wechselt von 0,03 bis 0,05 Mm.; ihre Breite von 0,010 bis 0,025; manchmal sind sie kugelig, gewöhnlich aber von oblonger oder Spindelgestalt, oder auch in quadratische, vieleckige oder ganz unregelmässige Formen übergehend. Die Kerne markiren sich in dem

durch das Goldchlorid roth gefärbten Protoplasma als helle lichte Flecke, entweder von kreisrunder Gestalt, oder — was fast das häufigere ist — von oblonger Form; ihr Durchmesser ist im Mittel 0,009 Mm., so dass in den kleinsten Zellen eine nur spärliche Protoplasmarinde die Kerne umgiebt. Sie verlängern sich zuweilen in einfache oder mehrfache ebenfalls lichte und höchst zarte Fortsätze, die in das Protoplasma hineinragen, oder selbst über dasselbe hinaus sich in Fasern verfolgen lassen (Fig. 9, b.). Dieser Zusammenhang spricht entschieden gegen eine flüssige, und für eine festweiche Beschaffenheit der Substanz des Kerns. Zuweilen entsteht der Anschein, dass eine Zelle drei Kerne habe (Fig. 8). Der Mangel eines Nucleolus erlaubt jedoch nicht, den dritten hellen Kreis für einen Kern zu halten, und nöthigt vielmehr, ihn als Lücke in dem Protoplasma zu betrachten. Auch Schwalbe (a. a. O. S. 60) erwähnt von Spinalganglienzellen des Maulwurfs das Vorkommen heller elliptischer Räume neben dem Kern, die er als Vacuolen mit wasserhellem Inhalt bezeichnet. — Die Zahl der Kernkörperchen wechselt von 1 bis 4, ohne dass sich hierin ein gesetzliches Verhältniss zu den übrigen Eigenschaften der Zellen ermitteln liesse. — Die Lage der beiden Kerne ist nicht weniger wechselnd; bald liegen sie inmitten des Zellenprotoplasma, bald sind sie — und selbst in grossen Zellen — bis an die Oberfläche derselben gelangt, sogar bis zu dem Grade, dass sie theilweise frei über dieselbe hervorragen. Bald liegen sie ziemlich symmetrisch an den zwei entgegengesetzten Enden der Zelle, bald sind sie regellos in das Protoplasma eingebettet, bald dicht neben einander liegend, bald weit auseinander gerückt. Ein sehr eigenthümliches aber mit aller Sicherheit constatirtes Verhältniss ist das in Fig. 10 wiedergegebene. Die beiden oblongen Kerne einer Zelle hingen durch einen Verbindungskanal oder einen Commissurenfaden von der gleichen lichten Beschaffenheit, die ihnen selbst eigen war, mit einander zusammen. Eben so hingen die entsprechenden Kernkörperchen durch einen mitten in jener lichten Commissur gelegenen, und in derselben als einfache dunkle Linie sich scharf markirenden Faden mit einander zusammen, und dieser Umstand

dürfte mindestens für vorliegenden Fall die Meinung Schwalbe's (a. a. O. S. 65 u. 66) zurückzuweisen erlauben, nach welcher die Erscheinung von Fortsätzen an den Kernen auf ein Platzen der letzteren und ein Eintreten ihres Inhalts in die Zellsubstanz hinein zu beziehen wäre. Ein Bild wie das hier vorliegende war ganz besonders geeignet, etwaige Zweifel daran zu beseitigen, dass von dem Kernkörperchen solide fadenartige Fortsätze entspringen können.

Zur richtigen Würdigung dieser zweikernigen Zellen war zuerst festzustellen, ob sie nur im sympathischen System oder auch in Ganglien cerebrospinaler Nerven vorkommen, und ob alle Nervenzellen der ersteren ohne Ausnahme diese Eigenthümlichkeit darbieten. Ich habe zu solchem Zweck ausser verschiedenen Spinalganglien, besonders der Cervicalnerven, auch das Gangl. Gasseri geprüft. Eine zweifellos zweikernige Zelle habe ich hier nur selten angetroffen. In Fig. 12. ist eine solche aus dem Gangl. Gasseri wiedergegeben. Die meisten Zellen an diesem Orte hatten nur je einen Kern; aber das umgebende Protoplasma — auch wo es vom Neurilemm umschlossen war, also durch Abbröckeln nichts von seiner Masse eingebüsst haben konnte — zeigte eine so verschiedene Mächtigkeit, dass sein Durchmesser bald nur 0,015, bald 0,06 Mm. betrug, die Kernkörperchen waren auch in diesen einfachen Kernen häufig mehrfach vorhanden. — Die zweikernigen Zellen scheinen hiernach in den cerebrospinalen Ganglien so selten zu sein, dass sie allerdings als eine Eigenthümlichkeit des sympathischen Nervensystems des Kaninchens aufgefasst werden dürfen. Dagegen beherbergt aber das Gangl. coeliacum, und zwar in allen seinen Abtheilungen, selbst bei ganz erwachsenen Thieren, auch einkernige Zellen. Diess muss ich besonders betonen, da Schwalbe (a. a. O. S. 62) diess Vorkommen auf den Stamm des Grenzstranges erwachsener Kaninchen beschränkt, und nur bei jungen Thieren in allen sympathischen Ganglien zahlreiche einkernige Zellen gefunden haben will. Ich habe zwischen den Zellen des Gangl. coeliac. und des sympathischen Grenzstranges, so wie in der Grösse, Form u. s. w. der einkernigen und zweikernigen Zellen greifbare Unterschiede nicht nachweisen können. Ob

die letztgenannten Zellen in genetischer Beziehung zu einander stehen, so dass die zweikernigen Zellen eine weitere Entwickelung der einkernigen sind, darüber besitze ich keine Erfahrungen; kann jedoch nicht verhehlen, dass ich diese Texturdifferenzen nicht sowohl auf verschiedene Altersstufen in der fortlaufenden Entwickelung der Zellen, als vielmehr auf functionelle Unterschiede glaube beziehen zu dürfen.

Die Hoffnung jedoch, in diesen zweikernigen Zellen eine Handhabe zur genaueren Feststellung der histologischen Verhältnisse des Gangl. coeliacum zu gewinnen, ist nur in beschränktem Maasse in Erfüllung gegangen. Allerdings scheinen in den Beziehungen der Zellenfortsätze regelmässige Verschiedenheiten zwischen einkernigen und doppeltkernigen Zellen obzuwalten. Bipolare Zellen, deren Fortsätze nach entgegengesetzten Richtungen abgehen, und die sich, wenngleich spärlich, auch hier finden, sind immer einkernig[1]). Ich habe in diesen Zellen die Fortsätze niemals bis zum Kern verfolgen können; selbst der Anschein, dass sie eine Strecke in das Zellenproto-

---

1) Die neueste Mittheilung über diese Verhältnisse (Schwalbe a. a. O. S. 50) hebt zwar hervor, dass bei den Fischen das Vorkommen bipolarer Zellen sicher constatirt sei, dass aber bei den übrigen Wirbelthieren die Spinalganglienzellen unipolar seien, wenigstens sei diess das Gewöhnliche. Schwalbe hat nur zweimal Spinalganglienzellen von Säugethieren mit zwei Fortsätzen gesehen; in beiden Fällen entsprangen dieselben dicht neben einander, und waren nach einer Seite gerichtet. Ich habe solche bipolare Zellen an den neuerdings wieder von mir untersuchten cerebrospinalen Ganglien doch öfters gefunden, und zwar so, dass die beiden Fortsätze, die wegen ihrer beträchtlichen Durchmesser wohl als Axencylinder breiter markhaltiger Fasern angesehen werden müssen, in entschieden entgegengesetzter Richtung abgehen. Aber auch wo sie dicht neben einander von der Zelle abgehen, und nach einer Seite gerichtet erscheinen ist damit ihr weiterer Fortgang in entgegengesetzter Richtung keinesweges widergelegt Ich glaube daher an der Meinung festhalten zu dürfen, dass diese bipolaren Zellen sensiblen Nervenfasern angehören, und dass sie auch im Gangl. coeliacum die Vermittler der centripetalen Leitung sind, die bei Reizung der Splanchnici äusserst lebhafte Schmerzäusserungen der Versuchsthiere bewirkt, und bekanntlich auch von der Darmwand angelegt werden kann.

plasma hineinragen, ist nur von einem Aufliegen des lichteren Fortsatzes auf dem dunkleren Protoplasma herzuleiten (Fig. 13). Vielmehr scheinen die Fortsätze aus der Oberfläche des letzteren hervorzugehen, oder die Axencylinder der bezüglichen Nervenfasern, sobald sie die Oberfläche der Zelle erreicht haben, sofort in das Protoplasma derselben sich zu verbreitern. — Ebenso sind die quaderförmigen oder vieleckigen Zellen, wie sie besonders in den von dem Ganglion ausgehenden Nervenbündeln in reihenweiser Einlagerung sich finden, meistens einkernig. Ich erwähnte schon oben, dass bei der Katze gerade diese Zellen ausser aller Verbindung mit Nervenfasern zu stehen, also apolar zu sein scheinen. Indessen habe ich mich beim Kaninchen doch öfters davon überzeugt, dass auch von ihnen, und zwar vom Rande der Berührungsfläche je zweier Zellen, also ebenfalls nur vom Protoplasma derselben, blasse Fortsätze ausgehen, die an den Seitenflächen benachbarter Zellen hinziehen, zwischen den Zellen sich hindurchwinden, sie gleichsam umspinnen und umschlingen, und zwar so eng und dicht, dass sie beim Zerlegen des Ganglions ganz gewöhnlich abreissen müssen. Manche dieser Zellenfortsätze stellen, wie Fig. 11 lehrt, unzweifelhafte Commissuren zwischen benachbarten Zellen her; andere mögen zum Uebergange in die aus dem Ganglion heraustretenden Nervenbündel dienen, obgleich ich sie niemals bis zu einem solchen Ausgange habe verfolgen können. Noch weniger hat sich irgend ein Hinweis darauf finden lassen, dass mit diesen Zellen die Elemente der Nn. splanchnici in nächster Beziehung stehen. — Für letzteres Verhältniss glaube ich dagegen andere Zellen des fraglichen Ganglions in Anspruch nehmen zu dürfen. Es sind diess die zweikernigen Zellen, die ich einige Male mit mehrfachen, und zwar verschieden gearteten Fortsätzen, d. h. Nervenfasern, in Verbindung gesehen habe. Fig. 9 b. stellt einen solchen Fall dar. Eine Zelle von unregelmässiger, theils eckiger, theils abgerundeter Form, durchaus frei, so dass keine Spur von Umhüllung wahrzunehmen war, hatte zwei ziemlich asymmetrisch gelagerte Kerne, deren einer einen einfachen Nucleolus, der andere dagegen vier Kernkörperchen beherbergte. Der erstere sandte vier Fortsätze aus,

von eben so lichter Beschaffenheit, wie der Kern selbst; drei derselben schienen sich in dem Protoplasma der Zelle zu verlieren, während der vierte über dieselbe hinausreichte, und bald zu einer einfachen dunkeln Linie sich verschmälerte. In der Nähe des anderen Kerns trat eine aus einem Bündel gelatinöser Fasern sich abzweigende ebenfalls gekernte Faser an das Zellenprotoplasma heran. Obgleich sie von einem Theil des Zellenrandes etwas verdeckt wurde, und auch bei Bewegungen des Deckplättchens keine bessere Stellung sich herbeiführen liess, so lehrten diese Manipulationen doch, dass ein Zusammenhang dieser Faser mit der Zelle unzweifelhaft bestand, und machten es höchstwahrscheinlich, dass sie in den Kern der letzteren überging. Aehnlich verhielt es sich in einem in Fig. 8 wiedergegebenen Falle. Die Zelle war zum Theil noch von einem Reste der Primitivscheide umgeben, spindelförmig; aber nicht blos von ihren Polen, sondern auch von ihrem Seitenrande erhoben sich Fortsätze. In ihrem Innern fand sich neben zwei Kernen mit je zwiefachem Nucleolus auch eine Vacuole. Aus einem nahe benachbarten Bündel gelatinöser Fasern trat an die Zelle in geschwungenem Verlauf heran ein scharfcontourirter, feingranulirter, cylindrischer Faden, der mit einem Axencylinder breiter markhaltiger Fasern ganz übereinstimmte. Aus demselben Bündel verliefen zur Zelle ein Paar gelatinöse, rasch zu einfach dunkeln Linien sich verschmälernde Fasern, die mit Kernen versehen waren, und gegen die Zelle hin auf's Neue sich theilten, so dass sie mit mehreren äusserst feinen Fäden dieselbe erreichten. Näheres über die Beziehungen dieser beiden Arten von Fasern zur Zelle selbst, zu ihrem Protoplasma und ihren Kernen, habe ich nicht ermitteln können; nur soviel liess sich in bestimmtester Weise feststellen, dass zwischen diesen Fasern und der Zelle ein Zusammenhang bestand, und dass sie nicht etwa blos zufällig an einander hafteten. Aber welche dieser Fasern als zur Zelle hinleitende, welche als fortleitende Bahn angesehen werden müsse, darüber gab das mikroskopische Bild als solches gar keinen Aufschluss. — So war ich also bei Untersuchungdes Gangl. coeliacum des Kaninchens ebenso wie bei der Katze an einen Punkt gelangt, wo, um weiter zu kom-

men und vielleicht einen Abschluss zu erreichen, mit der anatomischen Untersuchung die experimentelle verbunden werden musste. Da ich zu letzterer aus weiter unten anzuführenden Gründen mich ausschliesslich an den Hund glaubte halten zu müssen, so war es zur sicheren Beurtheilung der Erfolge der beabsichtigten Nervendurchschneidung unerlässlich, vorher die normalen Verhältnisse der Nn. splanchnici und des Gangl. coeliacum auch bei diesem Thiere in Betracht zu ziehen.

Die gröberen anatomischen Verhältnisse der Nn. splanchnici gestalten sich beim Hunde im Wesentlichen eben so wie bei der Katze und dem Kaninchen. Der von der Pars thorac. des Grenzstranges sich abzweigende N. splanchnicus ist auch hier jederseits gewöhnlich doppelt; der Splanchnicus minor geht vom letzten Gangl. thoracicum ab, der major hat sich schon höher oben von dem Grenzstrange abgesondert. Aber auch das Gangl. lumbale primum entsendet ein starkes unmittelbar von dem entsprechenden Ramus communicans abzuleitendes Bündel in das Gangl. coeliacum hinein[1]). Die Nn. splanchnici machen auch hier einen so bedeutenden Theil des Grenzstranges aus, dass nach ihrer Abzweigung der Bruchtheil desselben Anfangs als ein sehr dünnes Nervenbündelchen erscheint, und erst später wieder zu beträchtlicherer Dicke anschwillt, nachdem er die folgenden Ganglien durchsetzt, und die folgenden Rami communicantes aufgenommen hat. Das Verhältniss der breiten und schmalen Fasern ist in allen hier in Betracht kommenden Nervenstämmen und deren Zweigen ganz das oben von der Katze und dem Kaninchen geschilderte. Hinzuzufügen wäre nur, dass auch der aus dem ersten Lumbalganglion hervorgehende und zum Gangl. coeliacum sich hinbegebende splanchnische Nerv ein Uebergewicht breiter Fasern beherbergt. Es wäre möglich, dass in dieser Bahn hemmende Fasern für den Dickdarm verlaufen, der durch Galvanisirung der aus dem Brusttheil des

---

1) Diess bemerkt auch Adrian in Eckhard's Beiträgen zur Anatomie und Physiol. Bd. 3, Giessen 1863, S. 67.

Grenzstranges hervorgehenden Nn. splanchnici bekanntlich nicht zur Ruhe gebracht wird. — Theilungen der in den Splanchnici enthaltenen breiten Fasern vor ihrem Eintritt in's Gangl. coeliacum habe ich beim Hunde nicht beobachtet. — Gewöhnlich nehmen die splanchnischen Nerven schon auf dem Wege zum Gangl. coeliacum und vor dem Eintritt in letzteres, Ganglienzellen auf; ebenso lassen sich häufig in den für die Unterleibseingeweide bestimmten austretenden Zweigen mikroskopische Ganglien nachweisen. Verschiedenheiten in dem Bau der Ganglien in diesen zutretenden und fortleitenden Nervenzweigen kann ich für jetzt nicht angeben, obgleich ich damit nicht behaupten möchte, dass sie bei fortgesetzter Detailuntersuchung sich nicht darbieten werden.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Gangl. coeliacum selbst zeigten die Nervenzellen an sich und in ihren Beziehungen zu den Nervenfasern im Ganzen dieselben Verhältnisse, die sich schon früher (dies. Arch. 1867, S. 11) für die, die Hemmungsfasern der Chorda tympani aufnehmenden Ganglien der Unterkieferdrüse des Hundes ergeben hatten. Nervenzellen mit so zahlreichen Fortsätzen und von so unregelmässiger Gestalt, wie sie das Gangl. coeliacum der Katze und des Kaninchens darboten, habe ich beim Hunde kaum angetroffen. Es überwogen hier Zellen, die durchgehends einkernig sind, und im Allgemeinen gleichmässigere rundliche Formen darbieten. Auch hier liess sich eine dreifache Weise der Verbindung mit Nervenfasern feststellen. Theils sind die Zellen spindelförmig, bipolar, so dass von den entgegengesetzten Enden der Zelle aus ihrem Protoplasma sich zwei blasse, feingranulirte, und durch das Goldchlorid hellröthlich tingirte Fortsätze erheben, die nach kurzem Verlauf — wenn sie nicht dicht an der Zelle abreissen (Fig. 15) — in benachbarte Nervenfaserbündel eintreten, und wahrscheinlich in Axencylinder markhaltiger Nervenfasern übergehen. Niemals ist es mir hier gelungen, einen solchen Zellenfortsatz als gesonderten Faden eine Strecke in das Protoplasma hinein oder gar bis zum Kern zu verfolgen[1].

1) An der Abgangsstelle des Axencylinders von der Zelle werden sehr häufig mehrere oblonge Kerne angetroffen, die ganz unregel-

Ebenso wenig habe ich neben diesen Axencylindern den Spiralfasern analoge Gebilde als regelmässige Begleiter nachweisen können. Einigemale waren allerdings die Fortsätze spindelförmiger Zellen von Fäden begleitet, die sich als einfache dunkle Linien ausnahmen, theils neben dem Axencylinder, theils auch um ihn verliefen (Fig. 14), und sich bis an das Protoplasma verfolgen liessen. Niemals aber war der Zusammenhang solcher Fäden mit dem Protoplasma oder mit dem Kern oder Kernkörperchen mit Sicherheit nachzuweisen, und bei der grossen Zahl deutlich zu übersehender bipolarer Zellen waren solche die Axencylinder begleitende Fasern doch nur so selten wahrzunehmen, dass ich ihnen kaum eine wesentliche Bedeutung beilegen möchte. — Auch reihenweise angeordnete, unmittelbar an einander stossende und sich gegenseitig zu quaderartigen Formen abplattende Zellen finden sich im Gangl. coeliacum des Hundes. Fortsätze entsendet ihr Protoplasma gewöhnlich nur von dem Rande der Flächen aus, mit denen sie aneinander stossen; nur an der ersten Zelle einer solchen zwischen die Nervenfaserbündel eingelagerten Reihe bemerkt man ein spindelartig gestaltetes und an diesem Pole in einen einfachen Fortsatz ausgehendes Zellenende. Mehrmals hat sich auch beim Hunde der Uebergang dieser Fortsätze in die drittfolgende und noch weiter entfernt liegende Zelle einer solchen Reihe verfolgen lassen (Fig. 16). Ein Unterschied in der Beschaffenheit dieser Fortsätze, aus welchem Verschiedenheiten ihrer physiologischen Bedeutung abzuleiten wären, war nicht nachzuweisen, und ich glaube daher, dass, wo sie nicht ein blosses Verbindungsmittel zwischen den Zellen abgeben, sie wohl nur eine Einrichtung sind, durch welche die Zahl gleichwerthiger Nervenfasern vermehrt wird. — Als die wichtigsten aber für die hier vorliegende Aufgabe erschienen mir Zellen, die schon durch ihre Keulenform sich von den bisher erwähnten auffallend

mässig gelagert sind, und über deren Verbindungen und Beziehungen ich Näheres nicht anzugeben vermag, obgleich die Häufigkeit ihres Vorkommens wohl dafür spricht, dass sie eine nicht unwesentliche Bedeutung haben mögen. Aehnliche Kerne an Zellenfortsätzen haben auch Kollmann und Arnstein, so wie Courvoisier erwähnt.

unterschieden. Ihr breiteres abgerundetes Ende ragte zuweilen aus einem Zellenhaufen oder einem Faserbündel, die durch Zerzupfen von Stücken des Ganglions gewonnen waren, mehr oder weniger weit hervor, bald ganz frei, bald auch noch von der Primitivscheide umgeben, und namentlich im letzteren Fall war es mit Sicherheit zu entscheidcn, dass von diesem Zellenende keine Faser abgegangen und etwa abgerissen sei (Fig. 17). Dnrch ihr schmäleres Ende aber hing die Keule mit den benachbarten Nervenelementen zusammen. An wohlerhaltenen Zellen war dieses Ende zu äusserst umgeben von einer gekernten Scheide, die zuweilen ununterbrochen in die Umhüllung des breiten Zellenendes überging, aber auch da nicht fehlte, wo letztere durch die Präparation schon entfernt war. Innerhalb dieser bindegewebigen Umhüllung markirte sich durch seine lichtröthliche Tinction als unmittelbare Fortsetzung des Zellenprotoplasma ein Axencylinder, der von der Zelle mit einem breiteren Theil begann, bald zu einem gleichmässigen Faden sich verschmälerte und in ein benachbartes Nervenfaserbündel eintrat. In letzterem habe ich niemals breite markhaltige Fasern nachweisen können, woraus geschlossen werden dürfte, dass solches Bündel und die in dasselbe hineintretenden Zellenfortsätze auf dem Wege zu ihrer letzten peripherischen Ausbreitung sich befinden. Neben dem röthlich tingirten Zellenfortsatz waren in der „Cauda" der erwähnten Keulen aber noch mehrere einfache dunkle Linien zu unterscheiden, die zuweilen kernartige Verbreiterungen darboten, bald neben dem Axencylinder hinliefen, bald in schräger und querer Richtung über oder unter ihm fortgingen, einerseits mit mehreren dichotomischen Theilungen dem Protoplasma der betreffenden Zelle auflagen oder in dasselbe eindrangen, nicht aber bis zum Kern oder Kernkörperchen zu verfolgen waren, und andererseits in Begleitung des Axencylinders sich in das benachbarte Nervenbündel einsenkten. Dass in letzterem diese der Spiralfaser zu vergleichenden Fäden eine dem Axencylinder entgegengesetzte Richtung einschlagen, glaube ich ein Paar Male allerdings gesehen zu haben; aber ihr Uebergang in entschiedene, etwa gelatinöse Nervenfasern ist mir nie mit Sicherheit entgegengetre-

ten. So wahrscheinlich es nach Analogie früherer Erfahrungen war, dass diese linearen Fäden und das aus ihnen hervorgehende mit der Zelle eng verbundene Fadennetz als Ende einer zuleitenden Nervenbahn, und zwar in diesem Falle als Ende der in den Splanchnici enthaltenen Hemmungsfasern anzusehen seien, so gab die microscopische Untersuchung allein hierüber doch auch beim Hunde eben so wenig Aufschluss, als diess bei der Katze oder dem Kaninchen der Fall gewesen war. Eine Entscheidung hierüber musste daher auf einem anderen Wege gesucht werden.

Nach dem schon oben Bemerkten bestand der experimentelle Weg, der mit der anatomischen Untersuchung verbunden oder vielmehr vor derselben betreten werden musste, um die Frage nach der physiologischen Bedeutung der mit den Zellen des Ganglion coeliacum zusammenhängenden Fasern ihrer Erledigung näher zu bringen, in der Durchschneidung des N. splanchnicus am lebenden Thier. Man durfte erwarten, dass hierdurch die in diesem Nervensystem enthaltenen Hemmungsfasern nicht allein von ihrem physiologischen Centrum, sondern zugleich von ihrem Ernährungsheerde abgeschlossen, und damit der Fettdegeneration Preis gegeben sein würden. Da diese Entartung nach allen bisherigen Erfahrungen an centrifugalen Nerven stets die ganze unterhalb der Trennung belegene Nervenstrecke bis zu ihrer peripherischen Endausbreitung betrifft, so müssten die Zellenfortsätze, die die supponirten Enden der Hemmungsfasern bilden, sich eben durch jene Degenerationserscheinungen zu erkennen geben. Und wenn andererseits der Fortgang der fettigen Entartung, wenigstens in den ersten Stadien dieser Ernährungsstörung, an den Ganglien Halt macht, so dass die von den Zellen zu weiterer peripherischer Verbreitung abgehenden Fasern unbeeinträchtigt bleiben, so müssen die für die Intestinalnerven bestimmten Zellenausläufer sich intact erweisen. Die Durchschneidung der Nn. splanchnici schien also ein sicheres Mittel in Aussicht zu stellen, die zu den Zellen des Gangl. coeliacum hintretenden Nervenfasern von den

fortleitenden zu unterscheiden. Allerdings sind, wie bemerkt, nicht alle in das Ganglion eintretenden Elemente des Splanchnicus Hemmungsfasern der Darmperistaltik. Abgesehen von sensiblen Fasern ist jenes Ganglion ohne Zweifel auch Centrum für verschiedene Thätigkeiten anderer Unterleibsorgane, und folgt auch nach diesen Richtungen hin Impulsen, die in der Bahn zuleitender Nerven ihm zugeführt werden. Indessen wird damit die Beweiskraft der beabsichtigten Experimente in der in's Auge gefassten Frage keineswegs verringert; nur werden die nach der Durchschneidung sich einstellenden Degenerationserscheinungen nicht ausschliesslich auf die fraglichen Hemmungsfasern bezogen werden dürfen. — Ich habe bei dieser experimentellen Vorbereitung von Katzen ganz abgesehen, da diese Thiere bekanntlich — und ich selbst habe bei früheren Untersuchungen derartige Erfahrungen nur zu häufig machen müssen — penetrirende Bauchwunden sehr schlecht vertragen, gewöhnlich schon nach 24 oder spätestens 48 Stunden der traumatischen Reaction erliegen, und die Nervendurchschneidung also nicht lange genug überleben, um die Degenerationserscheinungen in hinreichender Entwickelung vorzuführen. Auch Kaninchen musste ich unbenutzt lassen, nicht nur weil sie zur Zeit mir nicht in der erforderlichen Menge zu Gebote standen, sondern weil nach den bisherigen Erfahrungen (siehe Eckhard, Beiträge Bd. 4, S. 22) die Durchschneidung der Splanchnici auch von Kaninchen nur kurze Zeit überlebt zu werden pflegt[1]), der von mir beabsichtigte Erfolg also auch hier nicht zu erwarten stand. Von Hunden dagegen glaubte ich um so sicherer erwarten zu können, dass sie den zur Durchschneidung der Splanchnici nothwendigen Eingriff wohl ertragen würden, da ich seit langen Jahren bei Anlegung von Magen- und Darmfisteln, bei Eröffnung der Gallengänge und des pankreatischen Kanals u. s. w. ihre höchst geringe Vulnerabilität hinreichend kennen gelernt hatte, und ähnliche Erfahrungen z. B. bei Durchschneidung der Vagi an der Cardia von Kritzler (über den

---

1) Die glücklichen Resultate, die Bloch a. a. O. erwähnt, scheinen doch auch nur seltene Ausnahmen in der grossen Reihe der von ihm angestellten Versuche gewesen zu sein.

Einfluss des N. vagus u. s. w. Inaugural-Diss. Giessen 1860), oder bei Extirpation des Plexus coeliacus von Adrian (a. o. a. O. S. 70 u. ff.) gemacht sind. Freilich fehlt es auch nicht an Erfahrungen der entgegengesetzten Art. Pincus (de vi nervi vagi et sympath. etc. Diss. Vratislav. 1856) sah nach Durchschneidung der genannten Nerven und Exstirpation des Gangl. coeliacum auch Hunde schon nach wenigen Stunden oder höchstens nach einem Paar Tage zu Grunde gehen, und neuerdings hat auch Lamanski (Zeitschr. f. ration. Med. III. Reihe, Bd. 28, S. 59) bei seinen Versuchen über Exstirpation des Gangl. coeliac. bei Hunden, unter zwölf Versuchsthieren nur eins die Operation überstehen sehen. Wenngleich ich hiernach auf häufiges Misslingen der Versuche mich im Voraus gefasst machen musste, so glaubte ich doch bei Ausführung derselben den bisherigen bequemeren Weg beibehalten und durch Eröffnung der Unterleibshöhle zu den Nn. splanchnici gelangen zu dürfen. Zu meiner Freude überwand auch gleich das erste Versuchsthier die Operation sehr leicht. Es war diess ein einjähriger männlicher Hund, 12 Kilogrm. schwer. Er wurde zuerst durch Injection von etwa 4 Ccm. Tinct. Opii simpl. in die Vena jugularis in tiefen Schlaf versetzt. Darauf wurde 2 Zoll links von der Mittellinie der vorderen Unterleibswand, und 1 Zoll unterhalb des unteren Randes der Brustwand, und parallel mit demselben, die Haut in der Länge von etwa 4 Zoll gespalten, und in derselben Richtung und Ausdehnung auch die Bauchmusculatur und das Peritoneum durchschnitten. Ich gelangte auf diese Weise in die Unterleibshöhle, ohne mehr als wenige Tropfen Blut zu vergiessen, und war zugleich dem Splanchnicus näher gekommen, als bei Eröffnung der Bauchhöhle in der Linea alba. Hierauf wurden der Fundus des Magens und die Milz nach oben und rechts geschoben, mittelst Schwämme, die mit warmem Wasser benetzt waren, in solcher Lage erhalten, und dadurch die Nebenniere der linken Seite vollständig sichtbar und zugänglich gemacht. Am oberen Rande der letzteren, und weiterhin an der äusseren Seite des mittleren Schenkels der Pars lumbalis des Zwerchfelles schimmerte der Splanchnicus als weisslicher Strang durch das Peritoneum deutlich hin-

durch, und konnte nach Spaltung desselben durch ein unter ihn geschobenes Scheerenblatt ohne Schwierigkeit durchschnitten werden. Obgleich das Thier in tiefem Schlafe lag, zuckte es dabei doch am ganzen Körper zusammen. Ich durchschnitt die Nerven nur auf der einen Seite, nicht allein um den operativen Eingriff zu beschränken und verderblichen Folgen desselben möglichst vorzubeugen, sondern auch um die Erfolge der Trennung durch Vergleiche mit den entsprechenden intact gebliebenen Theilen der anderen Körperseite um so sicherer ermitteln zu können. Die linke Seite wurde aber gewählt, weil hier, wo nicht wie auf der rechten Seite der Raum durch die voluminöse Leber beengt wird, der N. splanchnicus weit leichter zu erreichen ist. Die Haut- und Muskelwunde wurde endlich durch mehrere Nähte geschlossen. Nach beendeter Operation blieb das Thier noch mehrere Stunden in schlafähnlichem Zustande; indessen schon am vierten Tage sprang es ganz munter umher; am zwölften war die weite penetrirende Unterleibswunde bis auf einen kleinen Rest vernarbt; nach Verlauf von zwanzig Tagen wurde es getödtet. In der Bauchhöhle zeigte sich nur das Netz der inneren Fläche der Narbe anhaftend, sonst waren nirgends Adhäsionen oder Exsudate wahrzunehmen. An dem N. splanchnicus der linken Seite war die Stelle der Statt gehabten Durchschneidung zwar an einer geringen Anschwellung deutlich zu erkennen; aber nicht allein fanden sich in dieser Narbe vollkommen wohl ausgebildete Nervenfasern, wie sie dem Splanchnicus eigen sind, sondern auch unterhalb der Trennung war in keiner einzigen Faser auch nur eine Andeutung von fettigem Zerfall wahrzunehmen; es war gar kein Unterschied in der Beschaffenheit der Nervenfasern oberhalb und unterhalb der Narbe zu erkennen. Eine vollständige Restitution hatte Statt gefunden, und der gehoffte Erfolg war ganz vereitelt worden, weil ich mich in diesem Fall leider auf einfache Durchschneidung des Nerven beschränkt hatte. — Ich ging daher sofort an eine Wiederholung desselben Versuchs, aber mit Excision eines ein Paar Linien langen Nervenstücks. Nun hatte jedoch auch ich hinreichende Gelegenheit, die höchsten Grade exsudativer Peritonitis bei Hunden kennen zu ler-

nen. Obgleich bei mehr als einem halben Dutzend von Thieren die Operation ganz in der eben beschriebenen Weise ausgeführt, und nur anstatt der blossen Durchschneidung des Nerven die Excision eines kleinen Stückchens bewerkstelligt wurde, so gingen die meisten Thiere doch schon innerhalb 24 Stunden zu Grunde, und nur eins lebte bis in den dritten Tag hinein. Bei allen waren die Baucheingeweide unter einander und mit den Unterleibswänden durch dicke Pseudomembranen verklebt, und die Bauchhöhle von grossen Mengen flüssigen blutigen Exsudates erfüllt. Eine Erklärung für diesen schlimmen Ausgang vermag ich nicht zu geben. Auf die vorangegangene starke Opiumgabe darf wohl kaum verwiesen werden, da sie in dem vorhin erwähnten Fall die rasche und vollständige Genesung keinesweges gehemmt hatte. Eher dürfte schon das, wenigstens in einigen dieser Fälle constatirte höhere Alter der Versuchsthiere beschuldigt werden, da das Verhalten der Hunde gegen traumatische Eingriffe von diesem Umstande in sehr merklicher Weise beeinflusst wird. Jedenfalls mochte ich bei dem Verharren auf dem bisher betretenen Wege nicht noch mehr Thiere einem so unsicheren Erfolge opfern, und schlug daher zur Durchschneidung des Splanchnicus bei Hunden ohne Verletzung des Peritoneums den von Asp empfohlenen Weg ein (Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig, Jahrgang 1867, S. 132). Nachdem die Rückenhaut an geeigneter Stelle in ergiebiger Strecke durchschnitten worden, trenne ich das hintere Blatt der Fascia lumbodorsalis in der Länge von 2—3 Zoll, gleich unterhalb der letzten Rippe und in der Nähe seines äusseren Randes, der an den durchschimmernden äussersten Bündeln des M. sacrolumbalis gewöhnlich leicht zu erkennen ist. Wenn der dadurch frei gelegte Rand des genannten Muskels gegen die Mittellinie hin geschoben worden, wird auch in das andere Blatt der gemeinsamen Scheide des langen Rückenstreckers ein hinreichend langer Schnitt gemacht. In dem Fettgewebe, das alsdann hervorquillt, machen sich sogleich ein Paar schräg nach aussen fortlaufende Bündel bemerklich, der N. lumbalis I und II nebst begleitenden Arterien und Venen. Indem man dem ersteren Bündel folgend vorsichtig in die Tiefe dringt, wird

man bei einiger Aufmerksamkeit die durch ihre eigenthümliche gelbliche Färbung und härtliche Consistenz ausgezeichnete Nebenniere unschwer erkennen. Sie lässt sich bald freilegen und mit einem Haken etwas herabziehen, wodurch an ihrem oberen Rande der Stamm des Splanchnicus sichtbar wird, der nunmehr ohne Schwierigkeit, aber unter lebhaften Schmerzäusserungen des Thieres durchschnitten, und gegen die Peripherie hin nochmals getrennt wird, um ein Stück herauszuschneiden. Das Durchschneiden des ganzen vom N. lumb. I nebst Arterie und Vene gebildeten Bündels, wie es Asp empfiehlt, habe ich nicht unerlässlich gefunden, um zur Nebenniere zu gelangen. Verletzung des Bauchfelles lässt sich hierbei allerdings ganz vermeiden, in einigen Fällen jedoch war das linke Magenende nebst Milz stark vorgefallen; trotzdem ging Alles glücklich von Statten. Nach geschehener Excision eines Stückes des Nerven wurden die Schnittränder der Rückenfascie und der äusseren Haut gesondert durch Nähte wieder vereinigt. Die Thiere, die niemals narkotisirt worden waren, sprangen nach beendeter Operation gewöhnlich sogleich ziemlich munter umher; die Wunde heilte rasch; meistens schon nach 14 Tagen war vollkommene Vernarbung eingetreten. Gewöhnlich zwischen dem 15ten bis 20sten Tage, weil diese Zeit zur Ausbildung der Degenerationserscheinungen hinreicht, wurden die Thiere zum Zweck der anatomischen Untersuchung getödtet.

Obgleich die auf dem zuletzt angegebenen Wege ausgeführte Durchschneidung des N. splanchnicus von Hunden im Allgemeinen wohl ertragen wird, und den gewünschten Aufschluss daher in nächste Aussicht stellt, so habe ich die Zahl der betreffenden Experimente doch beträchtlich häufen müssen, um auch nur ein Paar zur näheren Untersuchung geeignete Fälle zu gewinnen. Bei der tiefen Lage des Operationsfeldes, auf welchem die Excision eines Stückes des Nerven schliesslich erfolgen soll, und bei der daher rührenden Unmöglichkeit, ihn in hinreichender Strecke so rein zu präpariren, dass die zur zweimaligen Durchschneidung geeignetste Gegend seines Verlaufs

klar zu übersehen wäre, ist man gerade in den entscheidendsten Momenten des Versuchs gar sehr dem Zufall Preis gegeben. Es kann daher geschehen, dass nicht der Stamm des Splanchnicus, sondern seine zur Nebenniere tretenden Zweige getroffen werden, oder dass die Durchschneidung so nahe an dem Ganglion coeliacum erfolgt, dass unterhalb der Excision über die in den Nervenfasern des Splanchnicus eiugetretenen Veränderungen kein sicheres Urtheil gewonnen werden kann, oder dass endlich durch den weit über die Grenzen des getroffenen Nervenstücks hinausgreifenden Regenerationsprocess die ganze Umgegend durch neugebildetes Bindegewebe zu einem Convolut umgeschaffen wird, aus dem die einzelnen Structurtheile sich kaum herausschälen lassen, und das eben damit auch der mikroskopischen Untersuchung grosse und selbst ganz unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstellt. Von den wenigen einigermaassen gelungenen Fällen verdienen daher auch nur ein Paar näher in's Auge gefasst zu werden.

An einem jungen, eben erst erwachsenen Hunde von kleiner Raçe und etwa 4 Kilogr. Körpergewicht war am 3ten Mai aus dem Splanchnicus der linken Seite ein 2''' langes Stück excidirt worden, in welchem schmale und breite Nervenfasern in ziemlich gleicher Menge und nach dem einen ohne Zweifel peripherischen Ende hin auch zahlreiche Nervenzellen angetroffen wurden. Nach Verlauf von 20 Tagen war die tiefe und weite Wunde bis auf eine ganz unbedeutende, an der Haut der Lumbargegend noch wahrnehmbare Verschorfung geheilt. In der Unterleibshöhle des getödteten Thieres war ausser Verwachsung des oberen Milzrandes mit dem das obere Ende der linken Niere nebst Nebenniere überziehenden Peritoneum, gar keine weitere Spur traumatischer Reaction nachgeblieben. Der Splanchnicus war völlig durchschnitten worden, aber so dicht an dem Ganglion coeliacum, dass von Untersuchung des Nervenstammes unterhalb der Durchschneidung nicht die Rede sein konnte. Der beträchtlich angeschwollene und zwischen seinen im Wesentlichen unveränderten Nervenfasern viel neugebildeten sehr kernreichen Bindegewebes beherbergende Nervenstumpf war durch eben solche Narbensubstanz, in der nichts von Ner-

venelementen nachzuweisen war, an das Ganglion angelöthet. Aus dem letzteren in frischem Zustande herausgeschnittene und zerzupfte Stückchen liessen die Anwesenheit von fettig degenerirten Nervenfasern sofort erkennen. Wohl alle verschiedenen Stadien der Fettentartung waren nachzuweisen: von der Theilung des Nervenröhreninhalts in quaderartige Massen bis zum Zerfall in feinste Fettmolekeln, die theils in den Röhren selbst zurückgeblieben waren, theils in der umgebenden Flüssigkeit herumschwammen. Nicht allein breite, sondern auch schmale Nervenfasern boten solche Veränderungen dar, ja auch in den gelatinösen Fasern war ein grobkörniger, von ihrer sonst gleichmässigen Substanz sehr abweichender Inhalt wahrzunehmen, und ihre Primitivscheide trat unter solchen Umständen in ganz unverkennbarer Weise hervor. — Daneben und in gleicher Menge waren aber auch in jeder Beziehung unversehrte Nervenfasern zu finden, die ohne Zweifel aus den von der rechten Körperseite her dem Ganglion coeliacum zugeführten Nervenbahnen herstammten. An den Nervenzellen war dagegen nirgends eine Alteration zu bemerken. Nach Behandlung des Präparates mit Goldchlorid richtete ich mein Augenmerk besonders auf denjenigen Theil des Ganglion coeliac., aus welchem zahlreiche Nervenbündel hervorgingen, die in Begleitung der Art. mesent. sup. zum Darm hingingen. Es durfte nämlich erwartet werden, dass in der hier befindlichen Ganglienmasse die Ursprünge der für den Darm bestimmten motorischen Nervenfasern und die Endigungen der Hemmungsfasern zahlreicher als sonst wo vorkommen müssten, dass hier also die durch die Durchschneidung gesetzten Veränderungen der letzteren in entschiedenster Ausprägung sich finden würden. Trotz der grossen Zahl der dieser Stelle entnommenen Präparate habe ich jedoch durchaus überzeugende und keinem Zweifel Raum lassende Bilder nicht zu Gesicht bekommen. Spindelförmige bipolare Zellen fanden sich auch hier nicht selten; immer aber waren die Fortsätze so dicht an den Zellen abgerissen, dass über etwaige Differenzen derselben kein Urtheil gewonnen werden konnte. Es musste daher unentschieden bleiben, ob der zum cerebrospinalen Centrum hin gerichtete Zellenausläufer degenerirt ward,

der muthmaasslich zur Ausbreitung in der Darmschleimhaut bestimmte Fortsatz dagegen unversehrt geblieben sei, oder ob die mit diesen spindelförmigen Zellen zusammenhängenden höchstwahrscheinlich der Sensibilität dienenden Fasern des Splanchnicus durch die Abtrennung vom spinalen Centrum in ihren anatomischen Verhältnissen nicht verändert werden, weil sie — wenigstens für den in Rede stehenden Theil ihres Verlaufs — in gewissen Zellen des Gangl. coeliac. ein Ernährungscentrum besitzen. — Eben so wenig befriedigende Auskunft geben die hier befindlichen keulenförmigen Zellen, in denen ich, wie oben bemerkt wurde, die Endigungen der Hemmungsfasern glaubte vermuthen zu müssen. Mehrfach habe ich hier die in Fig. 17 abgebildeten Formen wiedergefunden, in denen kein Merkmal Statt gehabter Entartung zu erkennen war, und von denen daher angenommen werden durfte, dass sie von dem N. splanch. dexter die zum Fadennetz sich gestaltenden hemmenden Fasern zugeleitet erhalten hatten. Zwar kamen auch andere keulenförmige Zellen vor, von deren verschmälertem Ende nur die gerade Faser in unveränderter Beschaffenheit ausging, und an denen keine Spur des Fasernetzes zu entdecken war. Indessen konnte ich hierin doch nur eine durch die Präparation gesetzte Zerstörung erblicken, weil ein spurloses Verschwinden des Fasernetzes nicht ohne Weiteres als Folge des degenerativen Herganges angesehen werden konnte, vielmehr zu erwarten gewesen wäre, dass, welche Veränderungen auch der Inhalt dieser feinsten Nervenfasern selbst bis zum völligen Verschwinden erlitten haben mochte, die Primitivscheide derselben jedenfalls sich hätte erhalten und in dem mikroskopischen Bilde zum Ausdruck kommen müssen.

Ein anderer Versuch lieferte nicht bessere Resultate. Am 7. Mai war an einem einjährigen gegen 8 Kilogr. schweren Hunde aus dem N. splanchn. sinister ein 3''' langes Stück excidirt worden, in dem schon mit unbewaffnetem Auge eine beträchtliche Ganglienanschwellung zu bemerken war, und auch mit dem Mikroskop neben breiten und schmalen Nervenfasern, Nervenzellen nachweisbar waren; es schien ein Theil des Gangl. coeliac. mit weggenommen worden zu sein. Da das Thier wäh-

rend der Operation sehr unruhig war, wurde das Peritoneum durch die gegen dasselbe andrängenden Baucheingeweide so stark in die Wunde hineingepresst, dass es endlich barst, und der Fundus ventriculi nebst einem Theil der Milz vorfiel. Obgleich in den ersten Tagen nach der Operation das Thier ungewöhnlich ermattet erschien, erholte es sich doch bald, und der Heilungsprocess schritt auch hier so rasch fort, dass am 6. Juni, also nach 30 Tagen, auch die letzte äussere Spur der grossen Wunde verschwunden war. Nach der nunmehr erfolgten Tödtung des Thieres zeigte sich bei Untersuchung der Unterleibshöhle in der Nachbarschaft des Versuchsfeldes Folgendes:

Der Fundus des Magens war durch bereits sehr derb gewordene Adhäsionen fest angeheftet an das äussere Blatt des Peritoneums, soweit letzteres das obere Ende der linken Niere nebst Nebenniere bedeckt; die Milz dagegen hatte ihre Beweglichkeit bewahrt, obgleich sie durch Theilnahme des ligamentum gastro-lineale an dem Vernarbungsprocess mit ihrer Längsaxe sich schief zur Längsaxe des Thieres gestellt hatte. Die Präparation der betreffenden Nerven in dem neugebildeten Bindegewebe war recht mühsam. Der Nerv. splanch. sinister bot an seiner Abgangsstelle vom Stamm des Sympathicus die gewöhnlichen Verhältnisse dar. Gegen das Gangl. coeliac. hin nahm er sichtlich an Dicke zu, was jedoch nur der Neubildung von Bindegewebe in der Nervenscheide zuzuschreiben war; denn die Nervenfasern selbst erwiesen sich als ganz intact. Die centrale Seite des Nervendurchschnitts war von der Nachbarschaft ziemlich gut markirt als kolben- oder keulenförmige Verdickung, von deren stumpfem Ende mehrere derbe weissglänzende Bündel in die Masse des Gangl. coeliac. hineinstrahlten. In diesen Bündeln waren jedoch ausschliesslich Elemente des Bindegewebes und keine sichere Spur von Nervenfasern nachzuweisen. Es hatte also in der That die Excision des N. splanchn. dicht am Ganglion, ja zum Theil selbst, — wie schon nach der Untersuchung des excidirten Stückes zu vermuthen stand — innerhalb desselben Statt gefunden, und es war daher auch der zur Nebenniere abgehende Zweig unberührt geblieben. Auch in diesem Fall war also nicht mehr möglich, die Splanchnicus-

fasern da zu untersuchen, wo sie noch zu einem Nervenstamm vereinigt sind; es musste vielmehr der beschwerlichere Weg eingeschlagen werden, sie innerhalb des Ganglions selbst an der nachweisbaren Fettentartung zu verfolgen. Erleichtert wurde diese Aufgabe aber dadurch, dass das dichte, die Art. mesent. sup. umgebende Netz von Nervenbündeln aus einer Ganglienmasse hervorging, die von dem übrigen Gangl. coeliac. geschieden war, und mit demselben nur durch mehrere Nervenstränge zusammenhing. In diesen letzteren mussten unter anderen Elementen auch Fortsetzungen der Splanchnicusfasern beider Seiten enthalten sein, und es durfte erwartet werden, dass die vom N. splanchn. sinister herstammenden Elemente sich durch die Fettentartung kenntlich machen würden. Ueberdiess war auch zu vermuthen, dass aus den histologischen Unterschieden zwischen den Faserelementen, die zu jener Ganglienmasse hintraten, und denjenigen, die aus derselben hervorgingen, um zum Darmkanal sich fortzusetzen, erneuerte Hinweise auf die gegenseitigen Beziehungen beider Fasergruppen sich ergeben würden. — Schon bei der Untersuchung im frischen Zustande zeigte sich nun auch in der That, dass die aus dem Ganglion hervorgehenden Darmnerven nur Primitivfasern von der diesem Orte gewöhnlichen Form und von durchaus unveränderter Beschaffenheit enthielten. Es waren in überwiegender Menge theils dunkelrandige schmale, theils gekernte gelatinöse Fasern, die keine Spur von Zerfall darboten. Nur höchst vereinzelt fanden sich zwischen ihnen breite doppeltcontourirte ebenfalls unversehrte Fasern, die ohne Zweifel von dem intacten N. splanchn. dexter herstammten, und alle auf ihrem Wege liegenden Ganglienmassen unverändert durchsetzt hatten, um in den Ganglien in der Darmwand selbst, oder in der Schleimhaut derselben zu enden. Entsprechende von der linken Seite abzuleitende Splanchnicusfasern hätten sich durch den fettigen Zerfall ihres Inhalts zu erkennen geben müssen; aber es ist nicht zu verwundern, dass bei der geringen Zahl von breiten Fasern an diesem Orte, und bei dem Collapsus, den sie in den seit der Operation verflossenen 30 Tagen wohl erlitten haben konnten, ihre Anwesenheit sich nicht mit Sicherheit constatiren liess. —

Ganz anders dagegen sah es mit denjenigen Nervenbündeln aus, die — zum Theil wenigstens — als in jene Ganglienmasse eintretende angesehen werden durften. In einigen derselben fanden sich so zahlreiche breite Nervenfasern, dass schon hierin ein sehr auffälliger Unterschied von den letzten Intestinalzweigen gegeben war, und die bereits oben versuchte Deutung dieses Verhältnisses, dass nämlich diese breiten Fasern an den Ganglienzellen enden, sich als die einfachste auf's Neue darbot. Die unversehrte Beschaffenheit dieser breiten Fasern aber nöthigte dazu, sie von dem intact gebliebenen N. splanchn. dexter abzuleiten. — In anderen der an die bezeichnete Ganglienmasse herantretenden Nervenbündel erschienen dagegen die entschiedensten Zeichen der Entartung. Zerzupfungspräparate aus denselben waren wie bestäubt von feinen Fettmolekeln, die überdiess in der umgebenden Flüssigkeit in grosser Menge herumschwammen. In den Nervenfasern selbst, namentlich in den breiten, fanden sich fast alle verschiedenen Stadien der Fettdegeneration repräsentirt, so dass es auch an ganz entleerten Primitivscheiden nicht fehlte, die bald als breite, blasse, durchscheinende Schläuche, bald als schmale Fasern auftreten, die durch ihre Kerne und durch den stellenweise übriggebliebenen Fettkörncheninhalt ihre Herkunft zu erkennen gaben. Aehnliche Veränderungen traten auch an manchen schmalen Fasern auf, so dass alle verschiedenen Arten der hier vorkommenden Nervenfasern an der Entartung Theil nahmen, gleichviel, ob man sie als coordinirte, functionell verschiedene Formen, oder nur als anatomisch-differente Strecken physiologisch gleichwerthiger Elemente ansehen will.

Es blieb nun noch übrig, in der erwähnten Ganglienmasse selbst an bestimmten Fortsätzen der in ihr vorkommenden Nervenzellen solche Degenerationserscheinungen nachzuweisen. Leider hat nach dieser Richtung hin die Untersuchung auch des zuletzt beschriebenen Präparates nur negative Resultate geliefert. In Zerzupfungspräparaten aus verschiedenen Gegenden des Gangl. coeliacum, namentlich aus der erwähnten, die Darmnerven entsendenden Partie desselben, haben sich alle im Vorhergehenden bezeichneten Arten von breiten und schmalen,

von intacten und degenerirten Nervenfasern, sowie die verschiedenen Formen von Nervenzellen dargeboten; auch traten mehrfach die oben näher bezeichneten Beziehungen zwischen Zellen und Fasern zu Tage. Aber degenerirte Nervenfasern in unmittelbarem Zusammenhang mit den Zellen sind mir niemals entgegengetreten. Von den zwei Fortsätzen der spindelförmigen Zellen, die sich niemals beide in hinreichender Strecke darboten, sondern von denen mindestens der eine dicht an der Zelle abgerissen war, erschien der übrig gebliebene, wenn er deutlich übersehen werden konnte, immer von gewöhnlicher Beschaffenheit. Ist das beständige Fehlen des einen Fortsatzes vielleicht auf Lockerung seines Zusammenhanges in Folge der Nutritionsstörung zu beziehen, und ist das fortsatzlose Zellenende daher als das dem spinalen Centrum zugewandte anzusehen? — Aehnlich verhielt es sich mit den keulenförmigen Zellen. Das überhaupt verhältnissmässig nur selten zur Anschauung kommende Fasernetz derselben war in dem bezeichneten Theil des Gangl. coeliac. niemals sichtbar zu machen. Beruhte auch dies auf Lockerung des Zusammenhanges durch die vorangehende Nervendurchschneidung, und darf das Fehlen dieses Netzes daher dahin gedeutet werden, dass es das Ende der zu den Zellen hinleitenden Nervenbahn darstellt? Ich wage nach den bisherigen Erfahrungen nicht, dies zu behaupten; aber auf dieses aus anderen Gründen wahrscheinliche Verhältniss dürfte wohl auch der ausnahmslos beobachtete Umstand bezogen werden, dass die von dem schmäleren Ende der keulenförmigen Nervenzelle ausgehende gerade Faser jederzeit intact geblieben war. Sie war also der durch die Nervenexcision gesetzten Ernährungsstörung nicht unterworfen gewesen, ihr Nutritionscentrum musste weiter nach der Peripherie hin liegen und in Ganglien gesucht werden; sie war daher als eine von den Nervenzellen in peripherischer Richtung sich fortsetzende Faser zu betrachten.

Mit diesem Ergebniss, obgleich es noch viel des Hypothetischen an sich hat, muss ich die vorliegende Untersuchung für jetzt schliessen. Zwar scheint nur auf dem eingeschlagenen Wege die Erledigung der hier behandelten Fragen möglich.

Indessen erfordert doch jedes einzelne darauf gerichtete Experiment so grosse Opfer an Zeit und Mühe, und bleibt nichtsdestoweniger in seinen Erfolgen so zweifelhaft, dass ich trotz mehrerer bereits eingeleiteter erneuerter Versuche die Weiterführung des Gegenstandes um so eher aufgebe, als die Aufnahme desselben durch andere und frische Kräfte der Sache nur förderlich werden kann.

Erklärung der Abbildungen.

(Sämmtliche Figuren sind bei 300maliger Linearvergrösserung gezeichnet. Hartnack Ocular 3, Objectif 7.)

Fig. 1. Ein Theil eines Querschnittes aus dem durch Chlorpalladium erhärteten Brusttheil des sympathischen Grenzstranges einer Katze, unmittelbar oberhalb des Abganges der Splanchnici. Innerhalb der bindegewebigen Nervenscheide markiren sich die Querschnitte der breiten Nervenfasern durch ihre Grösse, ihre concentrische Streifung und die gegen die Axe hin abnehmende Tinction, während die schmalen Nervenfasern als dazwischen zerstreute oder zu Gruppen gesammelte dunkle Punkte auftreten; die Interstitien zwischen den Nervenfasern werden in dem Präparat von einer schwach gelblich tingirten anscheinend formlosen Masse ausgefüllt.

Fig. 2. Gesammtquerschnitt des Grenzstranges nach Abgabe der splanchnischen Nerven; die breiten Fasern sind so überwiegend in letztere übergegangen, dass nur wenige breite Felder zwischen den dunkeln Punkten übrig bleiben.

Fig. 3—7. aus dem mit Goldchlorid tingirten Gangl. coeliacum der Katze.

3. Bipolare Zelle, an welcher der eine Fortsatz quergebändert erscheint.

4 u. 5. Grosse vielstrahlige Nervenzellen.

6. Multipolare Nervenzelle, in welcher statt des sonst lichten Kerns ein dunkelgefärbter mit Nucleolus versehener fünfstrahliger Körper erscheint, dessen Fortsätze durch das Protoplasma nach Aussen treten, und zum Theil in eine einfache gelatinöse Faser überzugehen scheinen.

7. Zweikernige Nervenzelle, mit einem wohlerhaltenen Fortsatz und mehreren Kerben an ihrem Umfange, die auf abgerissene Fortsätze hinweisen.

Fig. 8—11. Aus dem Gangl. coeliacum des Kaninchens.

8. Ein kleines, aus wenigen Primitivfasern bestehendes Nervenbün-

del mit einer Nervenzelle, an welcher ein Rest des Neurilemms anhängt; die Zelle hat zwei Kerne und eine dazwischen befindliche Lacune, ist multipolar, und entsendet aus ihrem Protoplasma einerseits einen schwach röthlich tingirten Axencylinder, und andererseits mehrere einfache gekernte zu gelatinösen Fasern verschmelzende Fäden; ein Zusammenhang dieser Fortsätze mit Kern und Kernkörperchen der Zelle war nicht zu erkennen.

9. Zwei neben einander liegende Zellen, beide zweikernig und beide mit einem Fortsatz versehen, der so nahe an einen der Kerne heranreicht, dass sein Zusammenhang mit demselben sehr wahrscheinlich wird; der Fortsatz der Zelle b ist gekernt, und schliesst sich einem Bündel gelatinöser Fasern an; von dem zweiten Kern derselben Zelle gehen mehrere lichte Streifen aus, deren einer über den Rand des Protoplasma hinausreicht, zum Beweise, dass die Streifen nicht auf Lücken oder Rissen in dem Zellenprotoplasma beruhen, sondern Fortsätze der Substanz des Kernes sind.
10. Nervenzelle, deren unregelmässig gekerbter Rand auf mehrere abgerissene Fortsätze deutet; die beiden oblongen Kerne sind durch eine Commissur mit einander verbunden, und der eine Kern entsendet überdiess einen zweiten Fortsatz, der durch das Protoplasma nach aussen dringt; ebenso hängen die beiderseits einfachen Kernkörperchen durch einen innerhalb jener Commissur gelegenen als einfache dunkle Linie erscheinenden Verbindungsfaden zusammen.
11. Drei quaderförmige Zellen aus einer in den Anfang eines Intestinalzweiges eingebetteten Zellenreihe, einkernig, mit äusserst blassen Fortsätzen, die nur vom Rande der Berührungsflächen ausgehen, und zum Theil zur Verbindung der Zellen unter einander dienen.

Fig. 12. Zelle aus dem Gangl. Gasseri des Kaninchens, zweikernig, multipolar, jedoch ist nur ein Fortsatz wohlerhalten.

Fig. 13. Ebendaher, einkernig, bipolar, und beide Fortsätze deutlich; das gekernte Neurilemm im grössten Theil des Zellumfanges erhalten.

Fig. 14—17. Aus dem Gangl. coeliacum des Hundes.

14. Bipolare Zelle, beide Fortsätze deutlich, der eine gekernt und quergebändert, und überdiess umwunden von einem linearen gekernten Faden, der von dem Protoplasma auszugehen scheint.
15. Bipolare Zelle, der eine Fortsatz wohlerhalten, der zweite dicht an der Zelle mit oblonger Trennungsfläche abgerissen.
16. Vieleckige, quaderförmige Zellen, die aus den vorspringenden Ecken und von den Rändern der Berührungsflächen Fortsätze entsenden.

17. Drei nahe zusammenliegende keulenförmige Zellen, aus der Gegend der Eintrittsstelle des N. splanchnicus sinister; an jeder Keule ist der breitere feingranulirte mit einem Kern versehene Protoplasmakörper von einem lichteren, längsgestrichelten, rasch zu einem Axencylinder sich verschmälernden Anhange durch eine ziemlich scharfe Grenze abgesetzt. Aus dem Faserbündel, in das diese Zellenfortsätze sich einsenken, und das grossentheils aus gekernten gelatinösen Elementen besteht, gehen lineare gekernte Fäden hervor, die jene Fortsätze in longitudinalem, schrägem, oder anscheinend selbst spiraligem Gange begleiten, gegen den Zellenkörper hin sich theilen, und an oder in demselben sich verlieren.

Dorpat, im Juli 1869.

Ueber das neue Anheftungsbündel des Oesophagus an den Bronchus dexter — Musculus broncho-oesophageus dexter.

Vorläufige Mittheilung

von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie zu St. Petersburg.

Ich hatte Massenuntersuchungen über den Oesophagus, welche ich schon in Prag etwa vor 27—28 Jahren einige Zeit vorgenommen, dann lange ausgesetzt hatte, seit mehreren Jahren in St.-Petersburg theils bei exenterirten Viscera, theils in situ der Organe wieder fortgesetzt. Sie führten nebst Bestätigungen und Berichtigungen auch zu Entdeckungen. Davon theile ich vorläufig nur das Wichtigere über ein neues am Bronchus dexter angeheftetes Oesophagusbündel mit, worüber ich Praeparate und Abbildungen besitze, die ich gelegentlich demonstrirte. Das Uebrige über dieses Bündel und auch Ausführliches über andere fleischige und ligamentöse Anheftungen des Oesophagus wird eine zu seiner Zeit erscheinende Monographie enthalten.

Vorkommen: Unter 120 Rümpfen von 100 männlichen und 20 weiblichen Individuen vom Knaben- bis in's Greisen-Alter hinauf, an welchen ich während 2 Studienjahre ($18^{67}/_{68}$—$18^{68}/_{69}$) den Oesophagus in situ der Organe untersucht hatte, fand ich das fleischige Anheftungsbündel des Oesophagus an den Bronchus dexter — musculus broncho-oesophageus dexter — bei der 39., 62., 69., 70., 72., 73., 90., 103. und 117 Leiche, also an 9 Leichen, wovon 6 dem männlichen und 3 dem weiblichen Geschlechte angehörten. — Das Vorkommen des Muskels verhielt sich zum Mangel überhaupt wie 9 : 111 = 1 : 12,333 oder, falls man von dem ersten, am 10. September 1868 gemachten Funde angefangen rechnet, vor dem ja der Muskel noch leicht übersehen worden sein konnte, wie 9 : 73 = 1 : 8,111; beim männlichen Geschlechte wie 6 : 94 = 1 : 15,666

oder wie 6 : 61 = 1 : 10,166; beim weiblichen Geschlechte wie 3 : 17 = 1 : 5,666 oder wie 3 : 12 = 1 : 4. Der Muskel war somit unter 13 oder sogar unter 9 Leichen ohne Rücksicht auf das Geschlecht der Individuen, unter 16—17 oder sogar 11 männlichen Leichen und unter 5—7 weiblichen Leichen 1 mal, und beim weiblichen Geschlechte auffallend häufiger als beim männlichen vorgekommen. —

Ursprung. Gewöhnlich vom Stamme des Bronchus dexter (6 mal) und zwar bald und in der Regel von der hinteren membranösen Wand (5 mal), bald von der knorpeligen Seitenwand (1 mal — lateralen); seltener von den Aesten desselben (3 mal), und zwar bald von dem oberen Aste (1 mal — dessen membranöser Wand), bald von dem unteren Aste desselben (2 mal — dessen medialer knorpeliger Wand) mit einer membranösen, verschieden breiten, in der Regel kurzen, ausnahmsweise sehr langen Sehne.

Verlauf. Meistens schräg median- und abwärts (7 mal), selten fast oder ganz quer medianwärts (2 mal).

Endigung. Mit Fleischbündeln am rechten Umfange (am Rande oder an der vorderen Seite) des Oesophagus, welche fast immer abwärts in die longitudinale Schicht der Muskelhaut desselben sich verlängern (8 mal), ausnahmsweise theils in die longitudinale, theils in die circuläre Schicht derselben überzugehen scheinen (1 mal).

Gestalt. Bald eines schmalen, bandförmigen Muskelstreifens (7 mal), bald einer breiten, länglich-vierseitigen, musculösen Membran (2 mal). Der Streifen bestand aus einem oder einigen, die Membran aus mehreren parallel verlaufenden Muskelbündeln. Der Muskel unter der Gestalt eines Streifens blieb bis zum Uebergange in den Oesophagus bald gleich an Breite und Dicke (5 mal), bald nahm er dahin an denselben zu (2 mal). Derselbe unter der Gestalt einer Membran verbreiterte sich gegen den Oesophagus und wurde dahin stärker (2 mal).

Grösse. Die Länge des Muskels variirte von 7 Lin. bis 2 Zoll (par. M.); die Breite am Ursprunge vom Bronchus betrug $^3/_4$—4 Lin., am Uebergange in den Oesophagus $^3/_4$—9 Lin.; die Dicke stieg bis auf $^1/_2$ Lin. Der Fleischtheil war fast immer überwiegend länger als die Sehne. Letztere war 1 mal doppelt so lang als ersterer.

Bau. Die Sehne bestand aus Bindegeweben und Netzen elastischer Fasern; der Fleischtheil aus glatten Muskelfasern.

St. Petersburg, den 3./15. Juli 1869.

Ueber den Einfluss des Centralnervensystems auf die Wärmebildung im Organismus.

Von

B. Naunyn und H. Quincke.

II.

In einer früheren Abhandlung[1]) haben wir gezeigt, dass Durchtrennungen des Rückenmarks von einer Steigerung der Körpertemperatur gefolgt seien, dass diese Steigerung um so bedeutender sei, je höher die Trennung geschah, und dass diese Temperaturerhöhung mit der grössten Wahrscheinlichkeit auf eine Vermehrung der Wärmeproduction zurückgeführt werden müsse.

Dass fast alle früheren Forscher ein Sinken der Körperwärme als Folge der Rückenmarkstrennung beobachtet hatten, erklärten wir aus der zweifachen Wirkung der letzteren, einmal der von uns nachgewiesenen Vermehrung der Wärmeproduction und zweitens der auch schon früher erkannten Vermehrung der Wärmeabgabe, wie sie durch die Aufhebung der Thätigkeit der vasomotorischen Nerven in den gelähmten Theilen bedingt ist. Diese beiden Folgen der Rückenmarkstrennung wirken in entgegengesetztem Sinne, so dass das Product, die Körpertemperatur, je nach dem Ueberwiegen der einen oder anderen steigen oder fallen muss. Die früheren Beobachter,

---

1) S. oben 1869 S. 174.

welche meist an kleineren Thieren, und unter Bedingungen, die der Wärmeabgabe günstig waren, experimentirt hatten, beobachten meist nur das Sinken der Körpertemperatur, uns gelang es durch Modification der äusseren Bedingungen, durch welche bald der Wärmeproduction bald der Wärmeabgabe das Uebergewicht verschafft wurde, bald ein Steigen, bald ein Sinken zu erzielen.

Um die Wärmeabgabe zu vermindern, hatten wir zu unsern Versuchen einerseits möglichst grosse Thiere gewählt, die also im Verhältniss zur Körpermasse eine relativ kleine Oberfläche darboten, andrerseits hatten wir die Thiere in einen mässig erwärmten Raum (26—30° C.) gebracht. Unter diesen Umständen war die Wärmeproduction über die Abgabe so überwiegend, dass die Körpertemperatur schnell und beträchtlich stieg.

Es schien uns nun der Versuch von Interesse zu sein, ob nicht auch unter ganz gewöhnlichen äusseren Bedingungen bei Zimmertemperatur eine Steigerung der Körperwärme erreicht werden könnte. Wir benutzten hierzu einmal den Eintritt der wärmeren Jahreszeit, welche die Temperatur des Laboratoriums auch ohne Heizung auf eine mittlere Höhe brachte, zweitens wählten wir zu unsern Versuchen ganz besonders grosse und womöglich dick behaarte Hunde aus; in mehreren Fällen wurden dieselben dann noch mit Watte bedeckt.

XVII. Schwarzer Pudel. ca. 15 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Zimmers.	Bemerkungen.
					Das Thier ist dick behaart und sehr fett.
16. 4.	1—30	39,6° C.			Quetschung des Rückenmarks in der Höhe des VI. Halswirbels. Bei der Operation sträubt sich der Hund vielfach. Temp. steigt dabei auf 39,9.
	2			19° C	Operation vollendet. Der Hund wird sofort in Watte möglichst eingehüllt und im Zimmer auf Stroh gelegt. Respiration diaphragmal. Extremitäten unbeweglich.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Zimmers.	Bemerkungen.
16. 4.	3	39,55° C.			
	3—50	39,9			
	4—50	40,7			
	5—5	40,9			
	7—30	42,75 (Max.)		19° C.	Der Hund ist soeben gestorben; die Starre beginnt erst.
	7—50	42,3			Starre vollständig. Gleichzeitig wird im obern Theil d. Bauchhöhle in der Nähe d. Cardia eine Temperatur von 42,6 constatirt. Totalsteigerung: 3,15°.

XVIII. Schwarzer Treiberhund. 20 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Zimmers.	Bemerkungen.
24. 4.	1—30	39,1° C.		19° C.	Quetschung des Rückenmarks in der Höhe des 6. Halswirbels. Kein Sinken der Temperatur. Der Hund wird sofort in Watte gewickelt und im Zimmer auf Stroh gelegt.
	2—30	39,25			D. linke Vorderbein schwach bewegt, übrigens völlige Lähmung v. Rumpf u. Extremitäten mit Ausnahme des Diaphragma.
	9—30	39,5 (Max.)			
25. 4.	12—15				Hund stirbt soeben, zerbricht dabei das Thermometer durch krampfhafte Bewegungen.
	12—30	42,2			Totalsteigerung 3,1°.

XIX. Schwarzer Ziehhund. ca. 30 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Zimmers.	Bemerkungen.
10. 5.	1—30	40,4°C.		19° C.	Das Thier sträubt sich beim Aufbinden.
	2	40,0			Rückenmarksquetschung in der Höhe des 6. Halswirbels. Extremitäten völlig gelähmt. Keine Reflexe, das Thier wird sofort in Watte gewickelt u. auf Stroh gelegt.
	2—30	39,2			
	2—30 bis 7—30	41,7 (Max.)			
	7—30				Der Hund säuft Wasser.
	7—45	41,55			
11. 5.	12 Mittgs.	42,1			
	12 Mittgs. bis 3—15	42,5 (Max.)			
	3—15				Der Hund säuft Wasser.
	3—30	42,2			
	4	42,3			
	4— 5				Krampfhafte Respiration.
	4—10	42,7			Tod.
	4—35	42,8			
	4—35 bis 12	43,05 (Max.)			
12. 5.	12				Der Hund sehr faul; Hautemphysem. Totalsteigerung 2,65°.

Die Tabellen zeigen, dass bei der so modificirten Ausführung des Versuchs die Temperatursteigerung der Rückenmarkstrennung in derselben Weise folgte, wie in unsern früheren Experimenten.

Hierher gehört auch der auf S. 525 folgende Versuch.

Dieser Versuch war ursprünglich in der Absicht angestellt worden, durch das Ergotin vielleicht der paralytischen Erweiterung der Hautgefässe entgegenzuwirken, letztere zur Contraction zu bringen und so die Abkühlung zu verringern.

XX. Graubrauner männl. Hund. ca. 30 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Zimmers.	Bemerkungen.
					Ausserordentlich dicht behaartes Thier mit relativ kurzen Extremitäten und grossem Rumpf.
2. 4.	1. M.				1,5 grm. Ergotin, in Wasser gelöst, subcutan an 2 verschiedenen Stellen. Dann sofort Operation.
		39,6° C.			Heftiges Sträuben.
	1—30	39,6		circa 16° C.	Moment der Rückenmarksquetschung (6. Halswirbel). Der Hund wird unbedeckt im Zimmer auf Stroh gelegt. Respirat. diaphragmal. Vorderextremitäten werden ein wenig bewegt.
	1—50	39,2			
	2—15	39,3			
	3	40,2	24		Defäcation. Zuweilen Wimmern. Weder an den Extremitäten Reflexbewegungen, noch Reflexe vom Mastdarm auf d. Schwanz.
	3—45	40,9			
	4—20 }	41,3			
3. 4.	12. M. }	42,5 (Max.)			Der Hund ist todt, schon faul. Das (Maximal-) Thermometer aus dem Anus gerutscht. Totalsteigerung 2,9 °.

Um zu sehen, ob die erreichte Temperatursteigerung wirklich einer durch das Ergotin bewirkten Verminderung der Abkühlung zuzuschreiben sei, und welche Wirkung etwa das Ergotin selbst auf die Temperatur habe, stellten wir folgenden Versuch an.

XXI. Einem glatthaarigen Hund von 6,5 Kilo werden 0,4 grm. Ergotin subcutan beigebracht. Der Hund zeigte bald darauf Unbehagen, Mattigkeit, allgemeines Zittern und häufiges Erbrechen; die Anfangstemperatur (40,0) sank im Verlauf von 6 Stunden nur vorübergehend um einige Zehntel.

Am folgenden Tage wird dem Hund, der sich indessen erholt hat, dieselbe Menge Ergotin beigebracht und gleich darauf das Rückenmark in der Höhe des 6. Halswirbels gequetscht. Der Hund wird im Zimmer auf Stroh gelegt. Die Temperatur sank nach der Operation continuirlich. Das Thier zeigte am Nachmittag des folgenden Tages 27,7° in ano und starb in der Nacht.

Es beweist dieser Versuch, wie wirkungslos das Ergotin in Bezug auf die Körpertemperatur ist und dass daher die Ursache der Temperatursteigerung im Fall XX nicht in der Application dieses Stoffes, sondern in der Grösse und der dichtern Behaarung des Versuchsthieres zu suchen ist.

Fassen wir demnach die Versuche XVII—XX mit einfacher Rückenmarksquetschung zusammen, so ergeben sich Temperatursteigerungen von 2,65 bis 3,15°.

Hatten wir in den bisherigen Versuchen durch eine geeignete Beschränkung der vermehrten Wärmeabgabe es dahin gebracht, dass die vermehrte Wärmeproduction in Form einer Temperatursteigerung zur Wahrnehmung kam, so lag es nun andererseits nahe, zu versuchen, ob es möglich sein würde, die Körpertemperatur trotz der Rückenmarksdurchschneidung auf der Norm zu erhalten: durch Hemmung der Wärmeproduction.

Wir versuchten dies durch Chinin zu erreichen, das ja therapeutisch so vielfach und erfolgreich zur Herabsetzung von Fiebertemperaturen benutzt wird; wir hofften aus dem positiven oder negativen Resultat der Versuche vielleicht einen Einblick in die noch so wenig gekannte Wirkungsweise des Chinin zu gewinnen. Wenn auch die erhaltenen Resultate nicht alle nach einer Richtung hin ausgefallen sind, so erachten wir sie doch der Mittheilung werth.

Um völlig gleiche Bedingungen mit unsern früheren Versuchen herzustellen, wurden die Thiere bei den Chininversuchen sofort nach der Operation in den früher erwähnten Wärmkasten[1])

1) Es seien hier noch nachträglich die Dimensionen dieses sogenannten Wärmkastens angegeben; der ursprüngliche Zweck dessel-

gebracht; ohne diese Vorsicht würde ein Ausbleiben der Temperatursteigerung wenig zu bedeuten gehabt haben.

Auffallend gross war unter den Chininversuchen die Zahl verunglückter Versuche, in denen die Thiere kurz nach der Operation zu Grunde gingen, ein Unfall, der uns sonst nur ausserordentlich selten zugestossen ist; wir glauben denselben nur dem vereinten Einfluss der grossen Chinindosen und der Rückenmarksoperation, vielleicht in Verbindung mit der vorangegangenen Aethernarkose zuschreiben zu müssen. Wir führen nur die Versuche an, in welchen die Thiere wenigstens eine Reihe von Stunden am Leben blieben.

XXII. Grauer spitzköpfiger Hund. 10—12 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
4. 5.	1	38,9° C.			1,0 grm. Chin. muriatic. subcutan.
	1—30				Rückenmarksoperation beginnt. Heftiges Sträuben des Thieres.
	2	38,1			Quetschung des Marks in der Höhe des 7. Halswirbels.
				30° C.	Sofort wird das Thier in den Wärmkasten gelegt. Respiration rein diaphragmal. Hinterextremitäten völlig, Vorderextremitäten nicht ganz gelähmt.
	3—15	38,5	28	32	
	4—15	39,0		28	
	7—25	39,0		26	
	8—20		28		Hund säuft Wasser. Der Wärmkasten von Neuem geheizt.
		38,7 (Max.)			
5. 5.	12			21	Hund ist todt, starr.

ben ist der eines Abdampfraumes; derselbe misst in der Basis 3′ 6″ und 2′ 7″, in der Höhe (das Dach ist schräg) 2′ 11″ und 4′ 7″. Die hintere Wand ist Mauer, die übrigen Wände, von denen die eine verschiebbar ist, bestehen aus Holz und Glas; der Boden wird z. Theil von der oberen Fläche (2′ 4″ und 1′ 8″) eines kleinen eisernen Dampfkessels gebildet; 16″ über demselben befindet sich ein Brett, 4″ über diesem das mit Stroh bedeckte Lagerungsbrett für das Thier.

XXIII. Schwarzweisser Pudel. ca. 10 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
17. 6.	8—30	40,2			0,5 grm. Chin. muriatic. subcutan. — Rückenmarksoperation bei möglichst geringer Aethernarkose; Hund
	9—10				sträubt sich viel. Quetschung des Rückenmarks zwischen 6. u. 7. Halswirbel. Rumpf und Hinterextremitäten völlig gelähmt; Vorderextremitäten werden schwach bewegt. Hund wird sofort in den Wärmkasten gebracht.
	9—15	40,8		27	
	10—30 }	39,7		30	
		39,8		29	
	12 }	(Max.)			
	1	39,4	40	30	
	3	39,4		29	
	4—30	39,4	40	28	Keine Reflexe von Fuss- u. Handtellern, sowie v. Anus aus.
	7—30 }	39,7	44	32	Hund säuft Wasser.
		39,5			
18. 6.	9 }	(Max.)		22	
	11	36,2			Wärmkasten von Neuem geheizt.
	1	36,2	50	30	
	3 }	37,3		32	
		39,5			
	8—30 }	(Max.)		25	Hund ist todt, starr, die Extremitäten gestreckt. Section ergiebt vollständige Quetschung der Medulla zwischen 6. u. 7. Halswirbel.

XXIV. Pudelbastard. 7 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
22. 5.	1—20				0,5 grm Chin. muriat. subcut.
	1—30	40,2			Hund sträubt sich heftig.
	1—45	39,3		22	Moment der Rückenmarksquetschung in d. Höhe des 6. Halswirbels. Sofort in den

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
22. 5.					Wärmkasten. Nur das linke Vorderbein wird ganz schwach bewegt.
	2	39,2		27	
	3	39,2		31	
	7—30	42,3 (Max.)		32	Die Vorderextremitäten sind krampfhaft gestreckt. — 0,5 grm. Chin. muriat. subcutan.
23. 5.	11	42,6 (Max.)			Hund todt, starr.

XXV. Schwarzer Pinscherbastard. 6 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen.	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
	8—30	40,3			0,3 grm. Chin. muriat. subcutan. Gleich darauf Rückenmarksoperation unter möglichst schwacher Aethernarkose; das Thier sträubt sich heftig.
	9	40,7		30	Quetschung d. Medulla in der Höhe des 7. Halswirbels. Das Thier wird in d. Wärmkasten gelegt.
	10	40,9		30	
	12	42,2		29	
	1	42,5		29	0,3 grm. Chin. muriatic. subcutan.
	3—45	42,3	120	29	0,3 grm. Chin. muriatic. subcutan. Hund säuft Wasser.
	4	41,3		28	
	6	41,7			
		42,3 (Max.)			
	9—30	40,8		28	Der Hund ist todt, noch nicht starr.

XXVI. Schwarzer Pudel. 11 Kilogr. schwer.

Datum.	Zeit der Beobachtung.	Temperatur des Thieres.	Zahl der Respirationen	Temp. des Wärmkast.	Bemerkungen.
21. 7.	8—20				0,5 grm. Chin. muriat. subcutan.
	8—30	39,4			
	8—50				Rückenmarksquetschung zwischen 6. u. 7. Halswirbel. Sofort in den Wärmkasten.
	9	39,2		28	
	10	39,8		30	0,5 grm. Chin. muriat. subcutan.
	10—45	40,1		28	
	11—30	40,5		28	
	1—40				Der Hund ist todt, starr.

Wie man sieht, ist in Fall XXII. und XXIII. die Temperatursteigerung nach der Rückenmarksdurchtrennung ausgeblieben, obwohl die Thiere noch mehr als 7 resp. 30 Stunden lebten. Andererseits ist in den drei folgenden Versuchen die Temperatur gestiegen, obwohl das Chinin im Verhältniss zur Grösse der Thiere in denselben z. Th. in wiederholten Dosen applicirt worden war. Ist nun danach ein Einfluss des Chinin's gänzlich zu verwerfen und ist das Resultat der ersten beiden Versuche als ein rein zufälliges anzusehen? — Wir glauben nicht letzteres annehmen zu dürfen, da bei unsern zahlreichen früheren Versuchen, die unter sonst gleichen Verhältnissen, aber ohne Chinin angestellt waren, die Temperatursteigerung niemals ausgeblieben ist. Viel mehr sind wir geneigt, die Resultate der Versuche XXIV—XXVI aus einer mangelhaften Wirkung des Chinin zu erklären, sei es weil dasselbe (vielleicht in Folge der Veränderung des Blutstromes durch die Gefässerweiterung) nur unvollkommen resorbirt wurde, sei es, weil die Dosis für das betreffende Individuum nicht genügend hoch gegriffen war; denn es dürfte nicht unwahrscheinlich sein, dass zur Erreichung derselben Wirkung für verschiedene Thiere, auch abgesehen von ihrer Grösse, verschiedene Dosen derselben Substanz erforderlich sind; vielleicht liegt auch gerade in solchen

Fällen die überhaupt wirksame Dosis für das operirte Thier so nahe an der Grenze der letalen, dass es schwierig ist, die eine ohne die andere zu erreichen; so dürften sich einerseits die negativ ausgefallenen und andererseits die verunglückten Versuche erklären lassen.

Darf man sonach mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass in den genannten Fällen das Ausbleiben der Temperatursteigerung dem Chinin zuzuschreiben sei, so ist eine Erklärung über die Art der Wirkung viel schwieriger. Eine Einwirkung etwa auf ein die Wärmebildung regulirendes Centrum in cerebro, in ähnlicher Weise wie nach Chapéron[1]) das reflexhemmende Centrum beim Frosch durch Chinin erregt wird, kann nicht angenommen werden, da dieselbe in Folge der Rückenmarksquetschung nicht zur Wirkung kommen konnte. Wenn überhaupt vom Nervensystem aus, konnte das Chinin nur durch directe Erregung des Rückenmarks wirksam geworden sein, und zwar, wenn man die Hypothese festhält, dass vom Rückenmark aus die Wärmeproduction angeregt, vom Gehirn aus gehemmt werde, nur durch einen lähmenden Einfluss auf die Medulla spinalis. Eine zweite Möglichkeit der Einwirkung wäre die ohne Vermittelung des Nervensystems; das Chinin könnte einfach durch seine Gegenwart in Blut und Gewebsflüssigkeiten den Umsatz in beiden so beeinflussen, dass die durch die Rückenmarkstrennung ausgelösten, den Stoffwechsel beschleunigenden Einflüsse nicht zur Geltung kämen. Wir unterlassen es zu entscheiden, welche von beiden Erklärungen anzunehmen sei, da unsere Versuche einen positiven Anhalt dafür nicht gewähren.

Um die von uns als wahrscheinlich hingestellte Ansicht, dass die Temperatursteigerung nach Rückenmarkstrennung durch vermehrten Stoffumsatz bedingt sei, näher zu begründen, haben wir versucht, letzteren experimentell wenigstens für die N haltigen Bestandtheile des Körpers nachzuweisen; allerdings konnte

1) Pflüger's Archiv II.

für den Hungerzustand des Thieres nach der Rückenmarksdurchschneidung eine geringe Vermehrung der $\overset{+}{\mathrm{U}}$-ausscheidung constatirt worden, doch unterliegt die Beweiskraft eines solchen Versuches mannichfachen Bedenken: die der Rückenmarkstrennung folgende ausgedehnte Lähmung ber Gefässmusculatur bewirkt eine bedeutende Herabsetzung des Blutdrucks und vermehrte Verdunstung an der Körperoberfläche, beides Momente, welche die $\overset{+}{\mathrm{U}}$-absonderung durch die Nieren in unberechenbarer Weise beeinflussen müssen, andererseits aber besteht nach den Untersuchungen des einen von uns[1]) ebensowohl ein Einfluss der Körperwärme auf die Intensität des Stoffwechsels, wie dieser die Wärmeproduction beeinflusst. Nach alledem erschienen uns die Verhältnisse zu complicirt und die Schwierigkeiten zu gross, um eine Entscheidung der oben angedeuteten Frage nach der Vermehrung des Stoffwechsels auf diesem Wege wagen zu dürfen.

Schliesslich wollen wir noch einen Einwand berücksichtigen, der gegen unsere Versuche gemacht werden könnte, den nämlich, dass die der Rückenmarksquetschung folgende Temperatursteigerung nichts sei als ein Infectionsfieber, bedingt durch die Resorption des Wundsecrets, welche letztere bei Eröffnung des Sacks der dura mater besonders begünstigt wurde. Wir glauben diesen Einwand zurückweisen zu können einmal durch den Hinweis auf die Schnelligkeit des Eintritts der Steigerung, wie sie besonders im Versuch IV, IX, XXV hervortritt; hier dürfte in den wenigen Stunden das Secret wohl noch nicht eine derartig infectiöse Beschaffenheit angenommen haben können; ferner sprechen dagegen die Versuche XIV—XVI, in denen ja die Verletzung (der äussern Weichtheile wie der Medulla nebst Eröffnung der Dura) dieselbe war, nur an einer etwas tieferen Stelle, und wo, eben nur aus letzterem Grunde, die Temperatursteigerung eine geringere blieb. Auch die An-

1) Naunyn, Verhalten der $\overset{+}{\mathrm{U}}$-ausscheidung beim Fieber. Berl. klin. Wochenschr. 1869. No. 4.

nahme einer etwa besonders infectiösen Beschaffenheit zertrümmerter Rückenmarkssubstanz dürfte dadurch widerlegt werden. —

Auch die in dieser Abhandlung mitgetheilten Versuche sind auf der hiesigen Anatomie ausgeführt, deren Benutzung uns Herr Geheimrath Reichert in liberalster Weise gestattete.

Berlin, 15. August 1869.

Druckfehler.

In dem ersten Aufsatz pag. 193 (22) Versuch XV, Zeile 2 muss es heissen 11. proc. spin. dors. statt 1. pr. sp. d.

Zur Lymphcapillarfrage.

Von

Dr. Robinski.

In den Archives de Physiologie (herausgegeben von Brown-Séquard, Charcot und Vulpian) habe ich Untersuchungen über die Lymphgefässe veröffentlicht, auf welche ich hier noch einmal zurückkommen muss, veranlasst durch ein Referat, welches ich im Centralblatt d. J. No. 41 gefunden habe. Seit geraumer Zeit besteht eben schon ein Streit über die Lymphgefässcapillaren und ihr Epithel. Als ich bei meinen Untersuchungen zu dem Resultat gekommen, dass man ein Epithel in den Lymphcapillaren nicht annehmen könne, habe ich wohl gewusst, dass diese Ansicht noch Widersacher finden wird, doch dass man in solch einer Weise, wie Referent es gethan, würde verfahren wollen, hätte ich nicht geglaubt. Gewinnt die Wissenschaft, die Wahrheit dadurch, oder handelt es sich überhaupt nur darum, einmal aufgestellte Behauptungen, coûte que coûte, zu vertheidigen, wenn auch auf Kosten der Wahrheit? Es ist weit gekommen, doch hoffentlich stehen wir noch nicht ganz auf diesem Standpunkte. —

„Bekanntlich“, fängt die Kritik an, „hat Recklinghausen — sogar speciell vom Centrum tendineum des Zwerchfelles — angegeben, dass zu der Darstellung der Lymphcapillaren und der Saftkanälchen das seröse Epithel vor der Silberapplication eigens zu entfernen sei.“ Also nach der Meinung des Herrn Referenten wäre es „bekanntlich“ eine Anforderung,

eine conditio sine qua non, das Epithel vor der Silberapplication „eigens zu entfernen". Es ist leicht (auch sehr kurz) gesagt „bekanntlich" und man hilft sich damit hinweg über alle Beweise, doch sehen wir zu, wie steht es in Wirklichkeit mit dem „bekanntlich" des Herrn Referenten. In den ersten Angaben Recklingshausen's („Methode, mikroskopische hohle und solide Gebilde zu untersuchen". Virchow's Archiv XIX) finden wir gar keine Erwähnung solch einer Anforderung, das Epithel „vor der Silberapplication eigens zu entfernen", auch in seiner so ausführlichen Abhandlung „die Lymphgefässe und ihre Beziehunng zum Bindegewebe", wo über zwei Seiten einzig und allein der Application der Silberlösung selbst gewidmet und recht genau Alles angegeben wird, finden wir eine solche Anforderung nicht. Wohl aber finden wir daselbst S. 13 folgende Worte, die gerade das Gegentheil von dem aussagen, was der Herr Referent wünscht. Es heisst dort ausdrücklich: „Nach der Silberimpraegnation kann man noch bequem mit Essigsäure behandeln, sie empfiehlt sich namentlich, wenn man die jetzt etwas fester haftenden Epithelien entfernen will." Wie jeder hieraus ersieht, ist ein grosser Unterschied vorhanden, der zwar nur in dem kleinen Wörtchen „Nach" oder „Vor" besteht, aber leider machen diese so kleinen Wörtchen einen so grossen Unterschied aus und Recklinghausen schreibt ausdrücklich: „Nach der Silberimpraegnation". — In der ganzen so ausführlichen Abhandlung finden wir sonst kein Wort über die Entfernung des Epithels.

In einer späteren Abhandlung Recklinghausen's („zur Fettresorption" Virchow's Archiv, Bd. XXVI pag. 208) steht am Ende, ganz ohne Zusammenhang mit dem vorhergehenden, ein kleiner Zusatz, wo die Entfernung des Epithels erwähnt wird, um wie Recklinghausen angiebt, „in der ganzen Ausdehnung des Centrum tendineum die Lymphnetze continuirlich hervorzurufen." Wir sehen es also nicht als eine unbedingte Anforderung ausgesprochen, sondern nur um die Lymphnetze in ihrer ganzen Ausdehnung continuirlich hervorzurufen.

Dieses waren Recklinghausen's Angaben vor dem Erscheinen meiner Arbeit, und ich könnte mich damit begnügen,

sehen wir jedoch, was diesen Punkt anbetrifft, auch noch die nach der Veröffentlichung meiner Untersuchungen erschienene Arbeit Recklinghausen's[1]) im „Handbuche der Lehre von den Geweben" herausgegeben von Stricker, Capitel IX „das Lymphgefässystem" durch, deren Angaben über die Lymphcapillaren sich namentlich auf die Untersuchungen mittelst Arg. nitr. basiren; denn auch hier finden wir nicht das, was der Herr Referent fordert und als allgemein bekannt voraussetzen will. Recklinghausens eigene Worte sind folgende: 1) S. 219 wird einfach gesagt: „Injicirt man eine Silberlösung in die Lymphgefässe bis zu den Capillarbezirken, oder impraegnirt man die Gewebe mit derselben, so erscheinen in den Lymphcapillaren feine schwarze Linien etc., sodann 2) S. 226 heisst es wörtlich: „Färbt man frische bindegewebige Organe durch Impraegnation mit Silberlösung, so nimmt nur die feste Substanz die Farbe an etc." Eine vorherige Entfernung des Epithels wird weder an der einen, noch an der anderen Stelle gefordert. Sonst finden wir auch keine einzige Stelle, die darauf Bezug hätte, ausser der folgenden, die ich wörtlich anführen will S. 230: „Man hat sich allerdings bei derartigen Präparaten (mit Arg. nitr. nämlich) vor Verwechselungen zu hüten: sind die Contouren der Lymphgefässe und Saftkanälchen im Geringsten unscharf und verwaschen, so kann die Frage über den Zusammenhang nicht mehr entschieden werden; derartige verwaschene Bilder bekommt man aber immer, wenn man das Epithel vor der Silberapplication nicht eigens entfernt. His scheint nur derartige Bilder u. s. w." — Dieses ist die einzige Stelle, auf die der Herr Referent mehr Gewicht legen könnte,

---

1) Bei dieser Gelegenheit möchte ich erwähnen, dass ich die von Schweigger-Seidel in seiner Arbeit: „Ueber Epithelien sowie über die von Recklinghausen'schen Saftkanälchen, als die vermeintlichen Wurzeln der Lymphgefässe" beschriebenen Spaltungen des Epithels in letzter Zeit, z. B. an dem Epithel der hinteren Wand, der vorderen Linsenkapsel öfters gesehen habe, namentlich nach Anwendung von mehr concentrirten Silberlösungen. Was die Erklärung anbetrifft, so muss ich auf meine Arbeit über diesen Gegenstand verweisen.

aber auch hier, wenn wir in Betracht ziehen, dass es sich darum handelt, den Zusammenhang besser zu zeigen und namentlich in Zusammenstellung mit Allem vorhergehenden sehen wir, dass es nicht als eine unumgänglich nothwendige Bedingung, als eine conditio sine qua non zu betrachten sei, trotz des „Bekanntlich" des Herrn Referenten. Ja wir sehen bei den dieser Arbeit beigefügten Figuren, eben so wenig wie bei denen der früheren Arbeiten Recklinghausen's auch nur mit einem Worte Erwähnung gethan, ob sie mit oder ohne Epithel dargestellt sind.

Doch genug hiervon, jedermann sieht wohl aus alledem, dass hier nicht einmal ein rechter Vorwand zum Einwurf vorgelegen und viel weniger dazu, die Resultate meiner Untersuchungen umstossen zu wollen, wie es der Herr Referent beabsichtigt. Wenn Jemand in dieser Weise verfahren würde, um sich schnell ein Urtheil zu bilden, oder eine vorgefasste Meinung zu vertheidigen, könnte man es auch nicht gut heissen, aber es der Oeffentlichkeit übergeben, um die Meinung Anderer zu beeinflussen, so muss man denn doch Protest einlegen gegen ein solches Verfahren. Ich wollte auch Anfangs nicht erst gegen diese Art von Kritik auftreten, doch durfte ich andererseits, namentlich auf einen so schweren Vorwurf, nicht von mir gelten lassen qui tacet, concedere videtur, damit nicht etwa Jemand dadurch sich verleiten liesse, auf die in letzter Zeit mehr und mehr verlassene Position zurückzukehren, auf welcher der Herr Referent noch sich zu befinden scheint.

Ich kann also nur die aus meinen Untersuchungen gewonnenen Resultate aufrecht erhalten, ja auch durch fernere Beschäftigung mit diesem Gegenstand bekräftigen, und wenn Etwas noch, so hat mich in letzter Zeit die erwähnte Abhandlung Recklinghausen's (das Lymphgefässsystem) und namentlich die dort beigefügten Figuren darin bekräftigt, sie liefern vielleicht mit den besten Beweis für die Richtigkeit meiner Untersuchungen und Ansichten. Man vergleiche z. B. die Figuren 59 und 58, namentlich aber Figur 57 mit der von mir in den Archives de Physiologie, Tome II. P. XII. Fig. 2 gegebenen Figur, ebenso mit den von mir dort gegebenen Auseinander-

setzungen. Ich habe dort möglichst das, was man vom Arg. nitr. erwarten kann, hervorgehoben, doch wollen wir nicht zu weit gehen, zu vieles von ihm verlangen. Ich kann wohl nicht besser schliessen, als wenn ich die von Recklinghausen selbst anerkannte und ausgesprochene Warnung in dieser Angelegenheit in Erinnerung bringe[1]: „Zu hüten hat man sich bei allen Silberpräparaten davor, dass man nicht zufällige Figuren mit den in der Konstitution des Gewebes begründeten verwechselt."

1) Lymphgefässe etc. pag. 13.

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Zahnanlage.

Von

Max Reichert
aus Bromberg.

(Hierzu Taf. XIII u. XIV A.)

Trotz der zahlreichen Untersuchungen, welche in den letzten 20 Jahren seit der Epoche machenden Arbeit von Marcusen[1]) über die Entwickelung der Zähne veröffentlicht wurden, ist weder die Lehre von der Entstehung der Zahnanlagen, noch die von der Bildung der verschiedenen Zahngewebe aus den betreffenden Theilen der Zahnanlage zu einem genügenden Abschluss gelangt. Gegenüber den in ihren Grundzügen von einander abweichenden Anschauungen über das gesetzliche Verhalten des Verzahnungsprocesses, unter welchem Namen man die Bildung des Schmelzes, der Elfenbeinsubstanz und des Cäments zusammengefasst hat, schien in Beziehung auf die Bildung der ersten Anlage des Zahns eine allerdings grössere Uebereinstimmung sich geltend zu machen. Die meisten Anatomen haben sich neuerdings darin geeinigt: dass die erste Anlage des Zahns aus einer Papille bestehe, dem sog. Dentinkeim, dessen Basis in dem Substrat der Mundschleimhaut ruht, und aus einem mit der freien Fläche der Papille überall in Contact stehenden, von ihr durch eine Schicht cylinderähnlicher Zellen (Schmelzmembran) sich abgrenzenden Schmelzorgan; dass ferner diese von der Umgebung deutlich sich abgrenzenden Anlagen

1) Marcusen, Ueber die Entwickelung der Zähne der Säugethiere. Bulletin de la classe phys. math. de l'acad. de St. Petersbourg. T. VIII. No. 20. A. 1850.

bei Bildung des Schmelzes und Elfenbeins betheiligt sind. Dagegen ist weder das Verhältniss der genannten Gebilde der Zahnanlage, insbesondere die morphologische Beziehung des Organon adamantinae zu dem früher so allgemein angenommenen, von älteren Anatomen uns an jetzt noch erhaltenen Präparaten der Sammlungen vorgelegten Zahnsäckchen hinreichend klar, noch ist über die erste Entstehung und Bildung der wichtigsten Elemente der Zahnanlage (Zahnsäckchen, Organon adamantinae, Dentinkeim, Schmelzmembran) aus der Mundschleimhaut eine vollständige Uebereinstimmung vorhanden.

Auf Veranlassung meines Oheims, des Professor Dr. Reichert, den ich als meinen Lehrer und Wohlthäter verehre, habe ich seit längerer Zeit die Bildung der Zahnanlage gerade mit Rücksicht auf die eben angedeuteten Verhältnisse zum Gegenstande genauerer Studien gemacht, deren Ergebnisse ich mit Rücksicht auf die bisherigen Ansichten über die Bildung und erste Entwickelung der Zahnanlagen im Folgenden mittheile.

Selbst die neuesten, in den letzten 9 Jahren veröffentlichten Untersuchungen über die Bildung der Zähne differiren wesentlich in den beiden Fragen, ob und wie weit das Epithel der Mundschleimhaut bei der Bildung der Zähne betheiligt sei. Auf der verschiedenen Stellung der einzelnen Autoren zu eben denselben Fragen, beruhen die verschiedenen Theorien, welche in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts hinsichtlich der ersten Zahnbildungsvorgänge aus den betreffenden Beobachtungen hergeleitet wurden, und die Entwickelungsgeschichte der Zähne beginnt eigentlich erst mit der Beobachtung von Herissant[1]), dass im Zahnfleisch des Fötus kleine Oeffnungen wahrnehmbar wären, welche zu Kanälen führten, die mit den Zahnsäckchen in Verbindung stehen und beim Hervorbrechen der Zähne sich erweitern sollten.

Seit jener Zeit aber wurde, während noch Albin[2]) die

1) Fr. Xav. Herissant, Nouvelles recherches sur la formation de l'Email des dents et sur celle des gencives. Mém. de Par. 1754.

2) B. S. Albini academicae annotationes. Liber II. Leidae 1755.

Zahnsäckchen bei seiner Darstellung der Entwickelung der Zähne in keiner Weise erwähnt, mit der Bildung der Zahnsäckchen die der ersten Zahnanlagen mehr und mehr identificirt, bis vor wenigen Jahren Waldeyer[1]) wiederum die Existenz eines Zahnsäckchens völlig in Abrede stellte.

Die erste Spur von einer Verwerthung der Beobachtungen Herissant's für die Bildung des Zahns findet sich schon bei Andreas Bonn[2]), der nach einer, für die Beurtheilung der von Herissant gemachten Entdeckung ganz irrelevanten Mittheilung, dass er an einem längere Zeit in Spiritus aufbewahrten Präparate unzählige kleine Oeffnungen in dem Zahnfleische bemerkt habe, an einer späteren Stelle die Frage aufwirft, ob der Schmelz (Crusta vitrea genannt) nicht eine nach Art der Nägel erhärtete Epidermis vorstelle, während der Zahnsack vielleicht eine Fortsetzung der Mundschleimhaut (Cutis oris) sei.

J. Hunter[3]) scheint, wie auch der Uebersetzer seines Buches über die natürliche Geschichte der Zähne bemerkt, Herissant's Mittheilungen nicht gekannt zu haben. Denn er beschreibt den ersten Keim der Zähne als eine breiartige, doch ziemlich consistente Substanz, welche von einer, mit ihr nur an der Wurzel zusammenhängenden Membran umgeben sei; zwischen dieser Zahnpulpa und der inneren Oberfläche der eine Art von Kapsel um die Zahnanlage bildenden Membran liege eine schleimige Masse, von ihm äussere Pulpa genannt, welche mit dem oberen Theil der Innenwandung der Kapsel eng zusammenhänge, der eigentlichen oder inneren Pulpa des Zahns aber nur anliege. Es giebt die Darstellung J. Hunter's zugleich ein so naturgetreues Bild von den Bildungsbestandtheilen des Zahns und ihren Lageverhältnissen, wie sie bei der Eröffnung eines Zahnsacks in dem Kiefer eines 4—5monatlichen Fötus vom Menschen sich darstellen, dass ich mich nicht habe

1) W. Waldeyer, Untersuchungen über die Entwickelung der Zähne. Zweite Abtheilung. 1865. S. 200.

2) Andreas Bonn, Specimen anatomico-medicum inaugurale de continuationibus membranarum Lugd. Batavor. 1763,

3) J. Hunter's natürliche Geschichte der Zähne. Aus dem Englischen übersetzt. Leipzig 1780.

enthalten können, dieselben wenigstens in dieser gedrängten Weise anzuführen.

Der Hypothese von Bonn gab Delabarre[1]) eine wesentliche Stütze durch die Behauptung, dass die Verbindungskanäle zwischen der Schleimhaut des Mundes und dem Zahnsäckchen im natürlichen Zustande mit Epithelzellen gefüllt seien, da er nur bei Anwendung von verdünnter Salpetersäure dieselben habe sichtbar machen und ihren Zusammenhang mit den Zahnsäckchen habe constatiren können.

Dennoch muss diese Ansicht so wenig Anerkennung gefunden haben, dass Arnold[2]) seine Mittheilungen über neue von ihm angestellte Untersuchungen der Entwickelung der Zähne mit den Worten einleitet: „Man nimmt im Allgemeinen an, dass sich die Zahnsäckchen als überall geschlossene Bälge bilden, deren Höhle mit der Mundhöhle in keiner Verbindung steht.“ Weiterhin giebt er nun an, dass bei einem neunwöchentlichen Embryo des Menschen in dem Zahnfleisch des Ober- wie Unterkiefers eine Furche und auf deren Grunde zehn Gruben bemerkbar wären, welche letztere später immer mehr und mehr, endlich ganz gegen die Mundhöhle sich abschliessen. Nur der Follikel des zweiten Backzahns sollte noch im 3ten Monat mit der Mundhöhle in offener Verbindung stehen.

So unvollständig und ungenau auch diese Beobachtungen waren, so gewannen sie doch, als später die Goodsir'sche Theorie der Zahnentwickelung die allein gültige wurde, eine gewisse Bedeutung insofern, als Arnold zuerst mit Entschiedenheit sich dafür ausgesprochen, dass durch die Einsenkung der Schleimhaut des Mundes in die Rinne der Kieferlamellen die Zahnsäckchen gebildet würden.

Wie ich aus einer Notiz bei Robin und Magitot ersehe, wurde nicht lange darauf in Frankreich dieselbe Anschauung von Oudet[3]) in einer Weise besprochen, welche mit der neue-

---

1) C. F. Delabarre, Odontologie ou observations sur les dents humaines. Paris 1815.

2) Arnold, Salzburger med.-chir. Zeitung 1831. II. Bd. S. 236.

3) Oudet, art. Dent., Dict. de méd. 2. édit. Paris. T. X. 1835. S. 98.

sten Darstellung der Zahnanlagebildung in Kölliker's Handbuch der Gewebelehre eine auffallende Uebereinstimmung hat. Die innere Oberfläche des Zahnsäckchens, welche Kölliker als äussere Grenze seines Schmelzkeimes bezeichnet, wird durch die allmähliche Erhebung der ein wenig später auftretenden Zahnpapille eingestülpt und repräsentirt dann eine äussere Hülle der letzteren.

In demselben Jahre aber wurde die seitdem so oft besprochene Arbeit von Raschkow[1]) veröffentlicht. In dieser wird zwar einerseits der alte Standpunkt J. Hunter's insofern restaurirt, als ein Zusammenhang der Zahnsäckchen mit der Mundhöhle durchaus geläugnet ist, und die ersten Anlagen der Zähne in dem submucösen Gewebe des Kiefers als einzelne, hintereinander liegende, weissliche Bläschen im Anfang des dritten Monats angegeben werden, in denen gegen Ende des dritten Monats die Papille sich zeige; andererseits ist jedoch in Bezug auf die Entstehung des Schmelzes ein für das Verständniss dieses Vorgangs äusserst wichtiger Schritt vorwärts gethan. Während bis dahin im Allgemeinen die Ansicht festgehalten worden war, dass der Schmelz ein verhärtetes Secretionsproduct der inneren Wand des Zahnsäckchens sei, wurde nun ein besonderes Organ für die Schmelzbildung in bestimmter Weise von der eigentlichen Zahnsäckchenwandung getrennt. Dieses Organon adamantinae stelle anfangs einen fast kugeligen Körper aus körniger Substanz bestehend dar, lasse aber später zwei Theile unterscheiden, die Membrana adamantinae, aus deren senkrecht stehenden Fasern sich die Schmelzsubstanz unmittelbar absetze, und das aus sternförmigem Gewebe gebildete Substrat.

Die Ansicht Raschkow's von der Bildung des Schmelzes aus einer Schmelzmembran hat im Wesentlichen auch gegenwärtig noch Geltung, während seine Angaben über das erste Auftreten der Zahnanlage nur noch in Burdach's[2]) Physiologie

1) Raschkow, Meletemata circa mammalium dentium evolutionem. Diss. inaug. Wratisl. 1835.

2) K. F. Burdach. Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. 2. Auflage. Band II, 1837. p. 591.

Aufnahme gefunden haben und in neuster Zeit von französischen Autoren wieder hervorgehoben worden sind. In Deutschland aber ist bis zur Veröffentlichung der Marcusen'schen Beobachtungen, in England, so weit mir bekannt, noch bis heutigen Tages die Goodsir'sche Theorie die allgemein anerkannte geblieben.

Die Untersuchungen Goodsir's[1]) bestätigten zunächst, ohne dass dem Autor, wie er selbst angiebt, die Mittheilung Arnold's von der Existenz einer Rinne als erstes Phänomen der beginnenden Zahnbildung bekannt gewesen wäre, dass das Zahnsäckchen durch die Einsenkung der Mundschleimhaut zwischen zwei längs den Kieferrändern hinlaufende Wälle entstünde, welche letzteren später an den, den einzelnen Zahnsäckchen entsprechenden Stellen mit ihren freien Rändern, im Uebrigen mit ihren einander zugekehrten Wänden verwachsen sollten. Die Genauigkeit der einzelnen Angaben, die detaillirte Beschreibung der in Betracht kommenden Theile giebt dieser Arbeit von Goodsir den Charakter der äussersten Sorgfalt in so hohem Grade, dass sie mit der kurzen Mittheilung Arnold's kaum verglichen werden darf. Diesem Umstande ist es wohl zum nicht geringen Theile zuzuschreiben, dass auch die Angaben Goodsir's über die Entstehung der Zahnbeinkeime als freie Papillen in der offenen Zahnfurche so schnell und ohne Discussion in die Wissenschaft Eingang fanden.

Der erste, welcher der durch Goodsir eingeführten Zahnbildungstheorie entgegentrat, war Marcusen,[2]) auf dessen Beobachtungen ich aus zweifachem Grunde etwas genauer hier eingehen muss; einmal weil sie sowohl rücksichtlich der Untersuchungsmethode an Querschnitten durch die ganze Dicke des Kiefers als auch in Bezug auf die Resultate selbst von einflussreichster Bedeutung gewesen sind, zum anderen, weil ich dieselben bei meinen eigenen Untersuchungen im Wesentlichen bestätigt gefunden habe. Marcusen stellte zunächst für die von ihm untersuchten Thiere die Existenz einer primi-

---

1) Goodsir. On the origin and development of the Pulp and Sac's of the humen teeth. Anatomical memoirs, 1868.

2) Marcusen. L. c.

tiven Zahnrinne mit frei darin auftretenden Papillen durchaus in Abrede. In den frühesten Entwicklungsstadien unterscheide man am Oberkiefer die Randwulst der Mundöffnung und die Wulst für die Anlage des Oberkieferfortsatzes; zwischen beiden markirt sich eine deutliche Vertiefung. Der Oberkieferfortsatz differenzirt sich nun in 3 parallele längs verlaufende Wülste, welche der Reihe nach von aussen nach innen den äusseren Zahnwall, den inneren Zahnwall und den horizontalen Theil des Oberkiefers repräsentiren. Da bald darauf auch nach innen von dem letzteren die Anlage des Gaumenbeins als eine Wulst sichtbar geworden ist, so sieht man auf dem Querschnitt 5 Erhabenheiten durch 4 Vertiefungen von einander getrennt. Im Unterkiefer fallen natürlich die beiden innersten der genannten Wülste fort; dafür tritt aber die Anlage der Sublingualdrüsen auf, so dass nun hier 4 parallele Erhabenheiten sich zeigen.

Die beiden Zahnwälle sind nach Marcusen Mundschleimhautwälle, welche von einer gemeinschaftlichen Grundlage aus emporwachsen und noch ehe eine Zahnanlage sichtbar wird, so zu einem Wulst verschmelzen, dass keine Lücke zwischen ihnen bleibt. Indem später die beiden Zahnwälle in dem unteren gegen den Kiefer gerichteten Theil der Verwachsungslinie etwas auseinander weichen, entsteht hier, also in einer von der Mundhöhle abgeschlossenen Partie, eine Lücke oder Höhle, die Anlage des Zahnsäckchens.

Um die erwähnte Höhle markirt sich nun eine kreisförmige Partie im Substrat der Mundschleimhaut, welche von Marcusen als Wandung des Zahnsäckchens bezeichnet wird. Hierauf erscheint im Grunde des Zahnsäckchens die Papille. Während dieser Zeit haben aber auch schon die Zahnwälle an der Stelle, wo sie zur Zahnsäckchenhöhle gerichtet sind, auszuwachsen begonnen und dadurch einen den Zahnkeim genau umschliessenden Fortsatz gebildet, das von Raschkow sogenannte Schmelzorgan.

Dieser Vorgang aber vollzieht sich in der Weise, dass zugleich die äussere Begrenzung des Zahnsäckchens schärfer ausgeprägt sich zeigt. Wie bei Raschkow erscheint auch bei Marcusen als eigentliche schmelzbildende Substanz nur die

Schmelzmembran, die er für eine, aus der abgeschlossenen Epidermis der Mundschleimhaut hervorgegangene Cylinderzellenschicht erklärt. Das anscheinend netzförmige Bindesubstanz-Gebilde aber, auf welchem die Cylinderzellen der Schmelzmembran sitzen, hält er für ein besonderes Cämentorgan.

Welche Ansicht auch später einmal über die Bildung des Cäments zur allgemeinen Anerkennung gelangen wird, das Verdienst wird Marcusen stets bleiben, die Gestaltungsvorgänge der Zahnanlagen zuerst in naturgetreuer Weise erläutert und in Bezug auf das Verhältniss, in welchem die beiden Primitivorgane, das Haut- und das Wirbelsystem, bei der Zahnbildung sich betheiligen, die fundamentalen Beobachtungen zuerst gemacht zu haben.

Ich kann nach meinen Untersuchungen den Ausspruch von Marcusen nur mit voller Bestimmtheit wiederholen, dass jenes von Raschkow zuerst erwähnte Organon adamantinae ein Product der Mundhöhlenschleimhaut sei. Die sogenannte Membrana adamantinae ist eine Modification der tiefsten Lage des Mundhöhlenepithels, die übrige Substanz desselben stellt sich nach meinen Untersuchungen als das specifisch umgewandelte Substrat der Mundschleimhaut an dieser Stelle dar, welches durch eine eigenthümliche cavernöse oder schwammige Ausbildung des bindegewebigen Stroma ausgezeichnet ist.

Marcusen's Darstellung der Vorgänge, welche das erste Erscheinen der Zahnanlage begleiten, fand im Anfang wenig Verbreitung. Der einzige, welcher mit Entschiedenheit für dieselbe auftrat, war mein Oheim K. B. Reichert; auch bei Kölliker[2]) hat, wenn auch eigentlich die Marcusen'sche Arbeit nicht weiter erwähnt wird, doch wenigstens die Beschreibung der Membrana adamantinae augenscheinlich Anerkennung gefunden. Neuerdings hat nur noch Waldeyer[3]) in gewisser

---

1) K. B. Reichert. Bericht über die Fortschritte auf dem Gebiete der mikroskopischen Anatomie im Jahre 1850. — J. Müller's Archiv für Anat., Physiol. und wissenschaftl. Medic. Jahrgang 1851.

2) A. Kölliker. Handbuch der Gewebelehre. 1852.

3) W. Waldeyer. Untersuchungen über die Entwicklung der Zähne. I. Abtheil. 1864.

Beziehung, wie ich weiter unten erörtern werde, auf Marcusen's Beobachtungen sich berufen.

Zu jener Zeit trat eine Anschauung mehr in den Vordergrund, welche in direkter Beziehung zu der Arbeit von Goodsir stehend, schon von Nasmyth angebahnt, nun von Huxley[1]) geltend gemacht wurde und der zufolge das ganze Schmelzorgan ein Epithelialgebilde darstellen sollte. Nasmyth[2]) giebt für das Organon adamantinae, wie es in dem sog. Follicularstadium (wo die Zahnpapillen noch frei in der Goodsir'schen Furche sein sollen) sich darstelle, eine Beschreibung, die auf's Genauste für das gewöhnliche Mundhöhlen-Epithel passt; konnte doch auch nach der Goodsir'schen Vorstellung das Gewebe, welches den Raum zwischen der Innenwand des noch weit offenen Follikels und der Papille ausfüllt, nichts anderes als Epithel sein. Das Präparat hatte, wie angegeben wird, längere Zeit in Spiritus gelegen und diesem Umstande schreibt der Autor es zu, dass dieses in Rede stehende organon adamantinae mit der Innenfläche des Follikels in keiner Verbindung stehe. In einem weiteren Stadium beschreibt nun Nasmyth das eigentliche Schmelzorgan, aber hier findet sich nirgends eine Abgrenzung gegen die Zahnsackwandung hin, sondern er hat im Gegentheil die angeblich sternförmigen Zellen des organon adamantinae durch Ausläufer in Verbindung mit den Zellen des umliegenden Gewebes gesehen. In dem dritten Stadium, das von Nasmyth angeführt wird, und in welchem das betreffende Zahnsäckchen sich schon geschlossen haben soll, ist das früher gelatinöse Ansehen des Organon adamantinae geschwunden, und letzteres bildet eine membranähnliche Schicht, deren unterer Rand wie in der vorherigen Periode aus Cylinderzellen besteht.

Huxley glaubt sich nicht besser mit der von Nasmyth gegebenen Beschreibung einverstanden erklären zu können, als dass er dieselbe wörtlich in seinem Aufsatz anführt; weil er

1) Thomas H. Huxley. On the Development of the Teeth and on the Nature and Import of Nasmyth's „Persistent Capsule". Quaterly Journal of Microscop. Science vol. I. 1853. p. 149 etc.

2) Nasmyth, Researches on the Development, Structure, and Diseases of the Teeth. 1849.

aber auf Durchschnitten zwischen dem Organon adamantinae und der Innenfläche des Zahnsäckchens eine basement membrane gesehen hat[1]), so kann nach seiner Ansicht das organon adamantinae nur verändertes Epithel sein, wenn er es auch selbst ganz wie unreifes Bindegewebe abbildet[2]) und als eine homogene Substanz mit eingebetteten nucleis beschreibt.

Wie aus meiner späteren Darstellung ersichtlich sein wird, steht die Lage der basement membrane der Auffassung, dass das organon adamantinae aus dem Substrat der Mundschleimhaut hervorgehe, durchaus nicht im Wege.

Ehe ich nun weiter verfolge, wie diese von Huxley eingeführte Anschauung in Deutschland modificirt und weiter ausgebildet wurde, muss ich nach dem Prinzip der chronologischen Reihenfolge, welches ich bis jetzt bei der Besprechung der Ansichten und Beobachtungen der einzelnen Autoren festgehalten habe, zwei Arbeiten französischer Histologen erwähnen, deren Resultate mit allen seit Goodsir veröffentlichten Beobachtungen im entschiedensten Widerspruche stehen. Zunächst kommt hier die betreffende Abhandlung Guillot's[3]) in Betracht, nach dessen Angabe weder das Epithel noch das Substrat der Mundschleimhaut an der Bildung der Zahnanlage betheiligt sein soll. Allerdings ist der Vorwurf, den Robin und Magitot diesem Autor gemacht haben, dass er das Epithel der Mundschleimhaut für die Mundschleimhaut selbst anzusehen scheine, begründet; nichts desto weniger ist es jedoch augenscheinlich, dass er die Gewebelage, welche Robin und Magitot später als Unterschleimhautgewebe bezeichneten, und die Guillot selbst für eine Art von Periost erklärt, als partie génératrice des dents ansieht. Ich muss annehmen, dass unter den von ihm unter-

---

1) Huxley sagt l. c. p. 153 vom Schmelzorgan: „The structure of this substance, and its relation to the basement membrane of the pulp, and of the capsule, clearly indicate that it is nothing more than the altered epithelium of these organs".

2) vgl. Pl. III Fig. 10 des erwähnten Buches.

3) Natalis Guillot. Recherches sur la genèse et l'évolution des dents et des mâchoires. Annales des sciences naturelles. Zoologie T. IX. 1858.

suchten Objekten sich nicht solche Entwickelungsstadien befunden haben, bei denen auf Querschnitten die Einstülpung der Zahnpapille in den von der Mundhöhlenfläche in die Tiefe gehenden Epithelialfortsatz ganz unzweifelhaft sich darstellt. In späteren Stadien, wo die übrige Zahnanlage sich sehr vergrössert, der Epithelialfortsatz aber sehr reducirt ist, trifft man natürlich auf Querschnitten die Uebergangsstelle der beiden Theile häufiger nicht; in den Fällen aber, wo auch Guillot so glücklich war, die Continuität der tiefsten Lage des Mundhöhlenepithels mit den Zahnsäckchen zu sehen, erklärt er die betreffenden Durchschnitte des Epithelialfortsatzes für fibröse Stränge, die man früher wohl als gubernacula dentis bezeichnet habe, welche zu erklären er aber nicht für nöthig hält. Die ersten Zahnanlagen beschreibt er sodann als kugelige Anhäufungen von Kernen (nuages sphéroïdaux), welche sehr bald in 3 concentrische Schichten sich differenziren sollen. Die mittelste derselben ist das an zwei übereinanderliegenden Reihen von Cylinderzellen kenntliche Organon adamantinae, während die äusserste sich erst sehr spät zu dem Zahnsäckchen umgestalten soll. Ich möchte hierzu nur noch bemerken, dass auch ich solche mit Guillot's Beschreibung übereinstimmende, mikroskopische Bilder gesehen habe, wenn mein Schnitt gerade ein verhältnissmässig sehr kleines Segment der kugeligen Zahnanlage getroffen hatte.

Die andere der oben erwähnten Arbeiten ist von Robin[1]) und Magitot verfasst. Auch sie leugnen den Zusammenhang der Zahnanlagen mit dem Epithel der Mundschleimhaut und lassen die ersten Zahnanlagen in dem von den beiden Kieferlamellen eingeschlossenen Theil des submucösen Gewebes entstehen. Auffällig war mir, dass ihre Abbildungen nur Durchschnitte des Kiefers in einer der Sagittalebene parallelen Ebene zeigen. Denn da, wie meine Untersuchungen mir gezeigt haben, die Zahnanlagen nach aussen von dem erwähnten Epithelialfortsatz liegen, ist es einleuchtend, dass auf solchen Durch-

1) Robin et Magitot. Journal de la physiologie publ. sous la direct. du Dr. Brown-Seqnard. T. III 1860. T. IV. 1861.

schnitten der Zusammenhang der einzelnen Zahnanlagen mit diesem Epithelialfortsatz der Beobachtung leicht entgehen kann. Die Beschreibung aber, welche sie von einer Reihe von Drüsen geben, welche der Linie der Zähne entsprechend, mitten auf dem Zahnfleisch münden sollen und als Speicheldrüsen bezeichnet werden, scheint mir unzweifelhaft dem erwähnten Epithelialfortsatz zu entsprechen. Nie habe ich in der Schleimhaut des Kiefers Drüsen gesehen, und auch Kölliker stellt solche daselbst durchaus in Abrede.

Von den die Zahnanlage constituirenden Theilen erscheint nach den Angaben von Robin und Magitot zuerst die Zahnpapille (bulbe dentaire); wenig später bildet sich um diese die Wand des Zahnsäckchens; und kaum hat letzteres nach oben völlig sich geschlossen, so ist über der Papille liegend das organon adamantinae zu erkennen. Das so aus einem Theil des Unterschleimhautgewebes entstandene organon adamantinae wird später sowohl auf der gegen den Dentinkeim (bulbe dentaire) als auf der gegen die Wand des Zahnsäckchens gewendeten Fläche von Epithel umgeben. Ersteres besteht aus Cylinderzellen, letzteres aus Kernen, um welche eine anfangs amorphe Masse gewöhnlich in polyedrischen Abtheilungen angeordnet ist.

Diese von der bisherigen Anschauung so durchaus abweichenden Angaben der Französischen Autoren veranlassten Kölliker, wie er selbst mittheilt, zu neuen Untersuchungen. Die Resultate derselben gaben, abgesehen von geringen Modificationen in Folge der Beobachtungen von Waldeyer, der Lehre von der Entwicklung der ersten Zahnanlage die Gestalt, wie sie in die neuern Handbücher der Histologie übergegangen ist. Kölliker konstatirte zunächst für die Wiederkäuer, was schon Marcusen's Untersuchungen ergeben hatten, dass eine primitive Zahnrinne mit freien Papillen bei unverletztem Epithel selbst in den frühesten Bildungsstadien nicht bemerkbar sei. Ein starkes Epitheliallager, von dem Autor Zahnwall genannt, bedecke, noch ehe eine Spur der Zahnanlage wahrgenommen wird, den Kiefer; auch sei an der freien Oberfläche keine, mit der Bildung der Zähne in Beziehung zu bringende Furche vorhanden. Die erste Anlage der Zähne sei dadurch gekennzeichnet,

dass ein besonderes epitheliales Organ, der sogenannte Schmelzkeim, sich bilde „ein zusammenhängender platter Fortsatz der tiefsten Lagen des Mundhöhlenepithels, der bis auf eine gewisse Tiefe in die Schleimhaut eindringt, mit seiner Längsaxe der Längsaxe der Kiefer gleich verläuft und somit seine Flächen ebenso gestellt hat, wie diejenigen der Kiefer.“ In der tieferen Hälfte dieses Fortsatzes, welche schon von Anfang an nach Aussen umgebogen ist und mehr oder weniger wagerecht liegt, lässt der Verfasser einzelne der Zahl der Zähne entsprechende Stellen durch Wucherung der die peripherische Zellenlage des Fortsatzes bildenden Cylinderzellen zu den sogenannten Schmelzorganen sich umgestalten.

In die letzteren stülpt sich von unten her in der bekannten Weise je eine Zahnpapille ein, so dass von nun an die peripherische Cylinderzellenschicht des Schmelzkeims in ein inneres und ein äusseres Epithel des Schmelzorganes unterschieden wird. Jenes wächst zu der Cylinderzellenschicht der Membrana adamantinae aus, dieses wird zu einem einfachen Pflasterepithel. Die in der Mitte liegenden Zellen seiner ursprünglich epithelialen Schmelzorgane machen nun die Veränderungen in die angeblich sternförmige Zellenmasse durch, welche schon Raschkow, Nasmyth, Robin und Magitot an dem Schmelzorgan des späteren Zahnsäckchens sehr genau beschrieben haben. Das Organon adamantinae ist also kein Bindesubstanzgebilde, wie es bisher von allen Autoren mit Ausnahme Huxley's aufgefasst worden ist, sondern ein eigenthümlich umgewandeltes Epithelialgewebe. Nachdem das Schmelzorgan und die Papille wahrnehmbar geworden sind, soll sich nach Kölliker das Zahnsäckchen als eine festere Schicht markiren, welche von dem Grunde der Papille beginnend bald die ganze Anlage umschliesst.

Ich muss nun gestehen, dass ich eine solche Grenzschicht, wie sie Kölliker als Anlage des Zahnsäckchens abbildet und welche im weiten Umkreise das Schmelzorgan und die Papille umzöge, nie gesehen habe; ich muss daher, wenn die Anlage des Zahnsäckchens in dieser Weise auftreten soll, mich durchaus auf die Seite Waldeyer's stellen. Meine Präparate zei-

gen mir jedoch eine dichtere Grenzschicht an dem Uebergange des Organon adamantinae sowohl wie der Basis des Dentinkeimes in das umliegende Gewebe, und nur diese kann ich als Abgrenzungslinie für das Zahnsäckchen anerkennen.

Der Schwerpunkt der umfangreichen Arbeiten von Waldeyer, mit deren Erwähnung ich meine historischen Erörterungen schliesse, ruht bei Weitem mehr in der Darstellung der Entwickelung der einzelnen Zahngewebe als in seinen Untersuchungen über die ersten Zahnanlagen. In Bezug auf letztere schliesst er sich im Wesentlichen an Kölliker an, dessen Beobachtungen er auch für den Menschen, die Carnivoren und Pachydermen bestätigt. Schon oben wurde erwähnt, dass er im Widerspruch mit allen bisherigen Beobachtungen, wenigstens im zweiten Theile seiner Arbeit, die Existenz des Zahnsäckchens nicht anerkennt.

Auf die sonst noch zwischen den Beobachtungen von Waldeyer und der von Kölliker eingeführten Anschauung in Bezug auf die Bildung der Zahnanlage bestehenden Differenzen komme ich im weiteren Verlauf meiner Arbeit zurück.

Bei meinen Untersuchungen war ich genöthigt, hauptsächlich Schweineembryonen in Betracht zu ziehen, da, wenn ich auch der Vergleichung wegen auf Embryonen anderer Thiere (Hund, Kalb, Schaf, Kaninchen) meine Beobachtungen ausgedehnt habe, es mir doch unmöglich war, von einer anderen Species eine genügende Reihe auf einander folgender Entwickelungsstadien zusammen zu bringen. Doch auch in anderer Hinsicht sind besonders Schweineembryonen zu derartigen Untersuchungen empfehlenswerth; denn keines der erwähnten Thiere zeigt schon in dem frühesten Alter eine solche Consistenz der Gewebe, keines ist daher da, wo es auf möglichst feine Durchschnitte ankommt, in gleicher Weise geeignet.

Betrachtet man den Unterkiefer eines Schweineembryo von 2 Cent. Länge unter Wasser bei 5 bis 6facher Vergrösserung, so erkennt man, dass als Grenze zwischen der verhältnissmässig breiten Lippen- resp. Backenpartie und dem Boden der Mundhöhle eine im vorderen Theile schmale, im hinteren

Theile bedeutend breiter werdende Wulst sich hinzieht, die ich die primäre Zahnwulst (Kieferwall Waldeyer's) nennen will (Fig. 1. W.).

Von der Lippe oder der Backe ist diese Zahnwulst nur durch eine äusserst schmale, aber ziemlich tiefe Furche geschieden. Ihre Oberfläche weicht mehrmals, besonders an den Uebergangsstellen der beiden Seitenpartien zu dem medialen vorderen Stück, an welchem sie auffallend höher wird, von der Horizontalebene ab; eine Furche oder eine Reihe von Grübchen ist, selbst bei Anwendung einer Beleuchtungslinse, durchaus nicht auf derselben zu erkennen; auch auf Durchschnitten war weder bei reflectirtem Licht noch bei durchfallendem irgend eine Andeutung einer Zahnanlage zu entdecken (Fig. 1).

Am Oberkiefer ist die zwischen der primären Zahnwulst und der Lippen- resp. Backenpartie gelegene Furche breiter wie am Unterkiefer, besonders in ihrem hinteren Theile; die Oberfläche der primären Zahnwulst, die hier in ihrem hinteren Theile nur wenig breiter ist wie in ihrem vorderen, ist vollkommen glatt und eben. Nach innen von der primären Zahnwulst sieht man die Anlage des horizontalen Theiles des Oberkiefers.

Ich betrachte diesen Zustand als denjenigen, von welchem aus die mit der Zahnanlage in Beziehung stehenden Bildungsvorgänge aufzunehmen sind.

Auch aus den Untersuchungen Marcusen's und Waldeyer's geht hervor, dass vor dem Auftreten der später zu erwähnenden primären Zahnbildungsfurche diese primäre Zahnwulst voraufgeht, deren Oberfläche völlig glatt ist und die auch auf Durchschnitten keine Zusammensetzung aus 2 Zahnwällen verräth.

Die Wulst wird vornehmlich durch die Anlage der Mundschleimhaut gebildet, die an dieser Stelle die Kieferanlage bedeckt. Man unterscheidet an Durchschnitten schon das Substrat und die Epidermis, an welcher letzteren man ein dünnes Stratum corneum und die Malpighi'sche Netzschicht erkennen kann. Die Epidermis ist überall von gleicher Dicke. An dem darunter liegenden Substrat der Mundschleimhaut sind Papillarbildungen nicht zu bemerken.

An Schweine-Embryonen von 3 Cent. Länge zeigten sich am Unterkiefer 3 Erhabenheiten, welche der Lippe, der primären Zahnwulst und der Anlage der Sublingualdrüsen entsprechen. Eine Furche oder eine Zahnanlage war auf ihr nicht vorhanden.

Bildung der primären Zahnbildungsfurche.

Die erste Spur der Zahnanlagen zeigten mir Schweine-Embryonen von 5 Cent. Länge. Im Ober- wie Unterkiefer boten die lateralen Abschnitte der primären Zahnwulst eine vollkommen glatte Oberfläche dar, im medialen Abschnitte machte in beiden Kiefern die Oberfläche einige leichte Erhebungen über die Horizontalebene; eine Furche oder Grube war nirgends zu sehen. Da, wo die beiden Hälften der primären Zahnwulst in der Medianebene in einander übergingen, war die Continuität beider nur mit Mühe zu verfolgen. Der hintere Bezirk der lateralen Abschnitte war verhältnissmässig breit und hoch. Auf dem Durchschnitte zeigte sich der ganzen primären Zahnwulst entlang der mit der Genesis der Zähne und ihrer Anlagen in nächster Beziehung stehende erste Bildungsvorgang in dem Auftreten der von mir schon erwähnten primären Zahnbildungsfurche. An welcher Stelle auch der Durchschnitt durch die primäre Zahnwulst geführt wird, jedesmal sieht man, dass das Substrat am Rande der primären Zahnwulst in 2 abgerundete Wälle sich erhebt, die durch eine mit der Epidermis an der freien Oberfläche in Verbindung stehende Epidermisplatte getrennt resp. verbunden werden (Figg. 2, 3, 4, 5). Die beiden Substratwälle nenne ich die Zahnwälle (Figg. 2—14, fd. u. fd.) und die Furche, welche, von ihnen begrenzt, nur mit dem, sich von der freien Oberfläche her hineinziehenden Epithel ausgefüllt ist, die primäre Zahnbildungsfurche (Figg. 2—14 f.). Das Epithel zwischen den beiden Zahnwällen entspricht dem Schmelzkeim Kölliker's, die Wälle selbst, wenn man die sie überziehende Epidermis bei der Betrachtung mit hinzuzieht, dem äusseren und inneren Zahnwall Marcusens.

An der freien Oberfläche der Epidermis aber war auch (cfr. d. cit. Figg.) auf Durchschnitten eine Erhebung zweier Wälle durchaus nicht sichtbar. Man unterscheidet an dem in

die primäre Zahnbildungsfurche sich hineinziehenden Epithel eine Schicht von Zellen, die, unmittelbar auf dem Substrat ruhend, gewöhnlich das Ansehen von Cylinderepithel zeigen und continuirlich mit der tiefsten Zellenschicht der Epidermis der Mundschleimhaut an der freien Oberfläche zusammenhängen, welche an dickeren Schnittchen gleichfalls das mikroskopische Bild eines Cylinderepithels darbietet.

Zwischen den die inneren Wände der Zahnwälle überziehenden Cylinderepithelschichten sieht man noch eine dünnere oder dickere Schicht mehr rundlicher oder mässig platt gedrückter Zellen, die unmittelbar in die dem Stratum corneum zunächst liegende Schicht des Stratum Malpighii übergehen.

Es fragt sich nun, wie man die Bildung dieser Zahnfurche sich vorzustellen habe. Schon aus der Darstellung Kölliker's über die Entstehung der primären Zahnbildungsfurche, des von ihm sog. Schmelzkeims, lässt sich entnehmen, dass er hierbei auf die Bildung der Epidermisplatte das meiste Gewicht legt. Entschiedener tritt Waldeyer auf und lässt die primäre Zahnbildungsfurche durch die aus der Epidermis eindringende Lamelle entstehen.

Es schliesst sich diese Ansicht an die Hornblatttheorie in der Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere Remak's an.

Es ist allgemein bekannt, dass das Wachsthum einfacher Epithelien durch Anschluss neuer Zellen an den Rändern der epithelialen Membran vor sich geht. Ausserdem wachsen die Epithelien auch durch Auflagerung neuer Schichten zur Form des sog. geschichteten Epithels. In diesem geschichteten Epithel liegt unmittelbar auf dem Substrat oder der Matrix die Mutterzellenschicht (die tiefste Zellenschicht des Malpighischen Netzes); die von ihnen gebildeten Brutzellen legen sich stets nach der freien Fläche hin an und verwandeln sich bei der Epidermis zu den Schichten des Stratum corneum, so dass dessen oberste Schichten immer die ältesten Zellen enthalten.

Wie aus der Epidermis bei einem solchen Wachsthumsprozess ein Fortsatz gegen die Matrix, den Ort des mechanischen Widerstandes, gebildet werden könne, ist schwer zu verstehen; nichts destoweniger wurde von Anhängern der An-

schauung Remak's schon einmal in Betreff der Bildung des Haars die Ansicht aufgestellt, dass durch eine selbstständige Wucherung des Epithels nach der Tiefe zu ein kegelförmiger Fortsatz entstünde, der die erste Anlage des Haarsacks bilde. Reissner dagegen hat nachgewiesen, dass durchaus nicht der Epithelfortsatz, sondern eine von dem Substrat oder der Matrix ausgehende Papille das Primordium eines sich bildenden Haares sei, dass später erst durch Bildungsprozesse des Substrats an dieser Stelle eine Vertiefung rings um diese Papille entstehe, in welche die Epidermis hineingezogen und der Haarsack gebildet werde.

Wo einfaches Epithel das Substrat überzieht, von welchem aus in Form einer Einstülpung eine Drüse z. B. sich bildet, da bleibt der Hohlraum offen, und wird von dem sich hineinziehenden Epithel einfach ausgekleidet. Wo aber eine Einstülpung an einem Substrat, überzogen von geschichtetem Epithel, sich bildet, da wird der Hohlraum von den Zellen des mit hineinziehenden Epithels erfüllt. Dasselbe zieht glatt oder sogar zu einem Wall sich erhebend über die Stelle fort, so dass äusserlich keine Spur von dem unter dem Epithel sich vollziehenden Bildungsvorgang bemerkbar ist.

Auch bei der Entwickelung der Zähne also wird nicht durch eine eigenthümliche Wucherung der tieferen Lagen des Epithels die primäre Zahnwulst doppelt, wie Waldeyer will, sondern, indem die primäre Zahnwulst behufs der Zahnbildung in zwei dicht neben einander weiter wachsende Erhebungen auswächst, kommt eine Furche zwischen den letzteren zu Stande, welche von dem Epithel, das beim Emporwachsen der sich berührenden Zahnwälle die gegeneinander gewendeten Flächen überzieht, ausgefüllt wird. Diese eingeschlossene Epidermisplatte zeigt wie auch in anderen Fällen bei sich berührenden Hautplatten die Eigenthümlichkeit, dass das Stratum corneum an der Ausbildung behindert wird, während die Malpigi'sche Netzschicht sich erhält. Auch darin zeigt diese Epidermisplatte mit den Epidermisschichten zwischen scheinbar verwachsenen Hautflächen Aehnlichkeit, dass die Scheidegrenze beider Epidermisüberzüge nicht mehr sichtbar ist, und

dass die Platte vielmehr wie ein einfacher Fortsatz der an der freien Oberfläche darüber fortziehenden Epidermis sich ausnimmt.

In Bezug auf die Cylinderzellenschicht an der Epidermis der Mundschleimhaut muss ich hinzufügen, dass ich an feinen Durchschnitten am Rande des Präparats die scheinbare Cylinderzellenschicht in cubisch geformte Zellen habe auslaufen sehen. Ich muss daher annehmen, dass hier das mikroskopische Bild des Cylinderepithels an dickeren Schnittchen durch eine optische Täuschung hervorgebracht werde, wahrscheinlich dadurch, dass die Contourlinien mehrerer hinter- und übereinander liegender, sich theilweise deckender und übereinander hervorragender Zellen eine scharfe Unterscheidung der Contourlinien jeder einzelnen Zelle nicht gestatten.

Durch die in der primären Zahnbildungsfurche liegende Epithelschicht aber lassen so feine Schnitte äusserst schwer sich führen; jedoch habe ich bei Hundeembryonen auch hier die tiefste Lage des Stratum Malpighii aus Zellen constituirt gesehen, die nur durch die Regelmässigkeit der Anordnung, in keiner Weise aber durch die Prävalenz des Längendurchmessers sich auszeichneten.

In der Gegend der Schneide- und Eckzähne (Fig. 9 u. Fig. 6, E^3) erhob sich die Epidermis der Mundschleimhaut in Folge einer stärkeren Ausbildung des Stratum corneum zu einem deutlich wahrnehmbaren Epithelialwall, der im Allgemeinen ziemlich genau über der primären Zahnbildungsfurche sich befand, dort aber, wo die mediale Partie der primären Zahnwulst in die lateralen Bezirke umbiegt, an der äusseren Seite der primären Zahnbildungsfurche genau über der Lippenfurche lag. Bei den Backzähnen, wo der äussere Zahnwall, wie ich noch näher erörtern werde, bei Weitem mächtiger ist, wie der innere, war der Epithelialwall verhältnissmässig nicht stärker ausgebildet als in der Gegend der Schneide- und Eckzähne; die primäre Zahnbildungsfurche aber lag hier mehr unter der inneren Absenkung des erwähnten Epithelialwalls (Figg. 2, 3, 5).

Von einer Erklärung der von Marcusen gesehenen Furche, wie Waldeyer sie giebt, kann hier also, und ich füge hinzu, auch bei anderen Objecten nicht die Rede sein. Wie der in-

nere, ist auch der äussere Zahnwall Marcusen's ein Schleimhaut-Substrat und kein Epithelialwall, wie Waldeyer meint.

Dagegen habe ich an dem Unterkiefer eines Hundeembryo von 6 Cm. Länge eine bei auffallendem Licht deutlich erkennbare Furche bemerkt, welche in der ganzen Länge der primären Zahnwulst zwischen 2 Schleimhautwülsten sich hinzog. Hier waren also auch äusserlich an der Epidermis 2 längsverlaufende Erhebungen bemerkbar, so dass in einzelnen Fällen die Beschreibung Marcusen's ihre vollkommene Berechtigung hat.

Ich komme zu der Schlussfolgerung, die sich hinsichtlich der Configuration des Epithels der Mundschleimhaut über den beiden Zahnwällen mit Nothwendigkeit ergiebt. Schon mein Oheim sagt[1]) in seinem Referat über die Untersuchungen Marcusen's, dessen Präparate er grösstentheils gesehen hatte, dass die zwischen den abgerundeten Oberflächen der beiden Zahnwälle liegende Furche, deren Vorhandensein oder Abwesenheit doch wesentlich durch das Verhalten des Epithels bedingt wird, ohne alle directe Beziehung zur Zahnpapille früher oder später verloren gehe. Ich muss nach meinen Präparaten diese Anschauungen durchaus bestätigen. Das Epithel lässt bei der einen Species eine von Aussen erkennbare Furche offen, bei der anderen nicht; bei der einen (Wiederkäuer) erhebt es sich zu einem sehr mächtigen, bei der anderen zu einem nur mässigen Wall. Die äussere Configuration der primären Zahnwulst ist für die Zahnbildung durchaus irrelevant.

Die primäre Zahnbildungsfurche hat bei Schweineembryonen in der Gegend der Schneidezähne des Unterkiefers eine schräg von der freien Fläche her und aussen nach der Tiefe und nach Innen gehende Richtung (Figg. 7, 8, 9, f.). In der Gegend der Eck- und vorderen Backzähne stehen die sie begrenzenden Flächen der Zahnwälle mehr in der Sagittal-Ebene (Figg. 4, 6); von hier ab aber hat die primäre Zahnbildungsfurche eine mehr und mehr wieder nach innen gerichtete Stellung und nähert sich bei Weitem mehr einer der freien Randfläche der Zahnwulst parallel als zu derselben perpendiculär gestellten Ebene (Fig. 5).

---

1) l. c.

Am Oberkiefer habe ich keine Abweichung von den beim Unterkiefer beschriebenen Verhältnissen bemerkt.

Die histologische Structur der Zahnwälle bedarf keiner näheren Beschreibung. Sie bestehen der Hauptmasse nach aus unreifer Bindesubstanz, die unmerklich in die Bindesubstanzmasse des Kiefers übergeht. Die ersten Knochenbildungen der Kieferlamellen sind noch verhältnissmässig weit von der primären Zahnbildungsfurche entfernt, auf der inneren Seite derselben jedoch stärker entwickelt als auf der äusseren.

In Bezug auf die Formverhältnisse der beiden Zahnwälle habe ich hier jedoch noch Einiges hinzuzufügen.

Schon im vorderen Theile des Kiefers, d. h. bis zu dem Punkte, wo die zwischen Lippe und Kiefer gelegene Furche, die sogenannte Lippenfurche, sich befindet, zeigen die beiden Zahnwälle eine merklich ungleiche Beschaffenheit. Der äussere Zahnwall ist von dem Substrat der Lippe durch die Einsenkung der Lippenfurche deutlich geschieden, während die Furche, durch welche der innere Zahnwall gegen die Anlage der Sublingual-Drüsen abgegrenzt wird, im Substrat kaum merklich hervortritt (cfr. Figg. 7, 8, 9). Auch der äussere Zahnwall selbst ist etwas breiter, als der innere. In weit höherem Grade aber tritt dieses Verhältniss im ganzen hinteren Theile der Kiefer hervor. Der äussere Zahnwall ist hier auffällig mächtiger, als der innere, und daher auch von einer im Verhältniss sehr tiefen und breiten Rinne von der Backenwulst getrennt (cfr. Figg. 2, 3, 5). Der innere Zahnwall ist unbedeutend und nur durch eine schwach angedeutete Furche von der Anlage des horizontalen Theils des Oberkiefers abgegrenzt, so dass es den Anschein hat, als ob die primäre Zahnbildungsfurche, mit Epithel erfüllt, sich zwischen einem ungetheilten Wall und jener Anlage für den horizontalen Theil des Oberkiefers hinziehe (Fig. 2). Dieses Verhalten der beiden Zahnwälle ist nicht ohne Bedeutung für die weitere Ausbildung der eigentlichen Zahnanlage. Denn man beobachtet, dass diese Erweiterung der primären Zahnbildungsfurche immer die Richtung nach dem äusseren Zahnwalle nimmt und unter diesem sich ausbreitet.

Bildung der eigentlichen Zahnanlage durch secundäre Erweiterung der primären Zahnbildungsfurche.

Das nächste Bildungsstadium beobachtete ich an Schweineembryonen von 6 Cm. Länge. Schon auf der vorhergehenden Entwickelungsstufe zeigte in der Gegend des Eckzahns, der wie Robin und Magitot angeben, bei den Schweinen in der Entwickelung den übrigen Zähnen ein wenig voraus ist, und dessen Bildungsstelle sich genauer markirt als die der übrigen Zähne, die primäre Zahnbildungsfurche eine sich fast unter rechtem Winkel an sie ansetzende, und auf die Zahnstelle beschränkte Verlängerung ihres Grundstückes nach Aussen (Fig. 6 z).

Aus dieser lokalisirten und secundär auftretenden Erweiterung der primären Zahnbildungsfurche geht die für die Bildung des Eckzahns bestimmte Anlage hervor, und die vorliegende Periode ist dadurch charakterisirt, dass solche lokalisirten, secundären Erweiterungen auch für die übrigen Zähne sich bilden. Zugleich ist die primäre Zahnbildungsfurche selbst durch das Wachsthum der Zahnwälle länger geworden.

Ich habe die secundären Erweiterungen immer nur in einem mehr oder weniger rechten, nach Aussen offenen Winkel zur primären Zahnbildungsfurche gestellt gesehen. Uebergänge von der primären Zahnbildungsfurche zu dem Auftreten dieser, schon rechtwinklig zu ihr gestellten, secundären Erweiterung habe ich nicht genau verfolgen können, wenn ich auch Configurationen der primären Zahnbildungsfurche öfter wahrgenommen habe, die vielleicht als solche Uebergangsstadien aufzufassen sind. Mit dieser secundären, rechtwinklich gestellten Erweiterung ist jedoch die Bildung der ersten Zahnanlage nicht abgeschlossen. Die anfangs spaltförmige Ausstülpung erweitert sich bald durch das Voneinanderweichen ihrer oberen und unteren Wand unter gleichzeitiger Vermehrung der eingeschlossenen Epithelzellen, so dass sie in Verbindung mit der primären Zahnbildungsfurche auf einem in der Frontalebene durch den Kiefer geführten Schnitte einigermaassen dem Längsdurchschnitt einer Retorte ähnlich ist. Die in dem erweiterten Theil der Retorte eingeschlossenen und durch Wucherung vermehrten

Epithelzellen entsprechen dem Schmelzorgan Kölliker's, welcher die ganze secundäre Erweiterung durch eine von den Cylinderzellen ausgehende Wucherung des Epithels in der primären Zahnbildungsfurche (Schmelzkeim) entstehen lässt. Waldeyer glaubt, dass dieselben durch Wucherung der in der mittleren Partie der primären Zahnbildungsfurche gelegenen runden Zellen zu Stande komme.

Ueber die Erscheinung, welche die Veranlassung zu der irrthümlichen Anschauung gewesen ist, dass die Schmelzorgane aus Epithel hervorgehen, werde ich später zu sprechen haben. Darüber, dass bei dem Bildungsvorgang, durch welchen die sekundäre Erweiterung der primären Zahnbildungs-Furche zu Stande kommt, nicht das Epithel sondern das Substrat der Mundschleimhaut in erster Linie zu berücksichtigen sei, habe ich mich bereits ausgesprochen. Das Substrat ist es, welches durch seine Veränderungen allmählich den Raum bildet, welcher durch die stets in entsprechender Weise fortschreitende Wucherung der Epithelzellen ausgefüllt wird.

Bei den für dieses Stadium in Betracht gezogenen Embryonen nimmt man auf Durchschnitten an der gegen den Kiefer gewendeten Bodenfläche der meisten sekundären Erweiterungen schon eine schwache Erhebung des Substrats wahr, und die dieser Erhebung zunächst gelegene Partie der letzteren unterscheidet sich, mehr oder weniger halbkreisförmig begrenzt, durch die von der reichlicheren Anhäufung von Bindesubstanzzellen herrührende dunklere Färbung deutlich von dem übrigen Gewebe des corium der Mundschleimhaut. Diese schwach kuppenförmige Erhabenheit des Bodens der sekundären Erweiterung sowie die dichtere Ansammlung von Zellen in dem darunter liegenden Gewebe bezeichnen das erste Auftreten des sogenannten Dentinkeims (Figg. 6—14, zd'). Die untere oder Bodenfläche der sekundären Erweiterung wird also unter Abnahme der Dicke des dazwischen liegenden Epithels der oberen wieder genähert, und diese Annäherung der beiden Flächen aneinander scheint auf den verschiedenen Durchschnitten in verschiedenem Grade vorgeschritten zu sein. Zugleich ist an denjenigen Durchschnitten, wo die obere und untere Grenze

der sekundären Erweiterung verhältnissmässig am weitesten einander genähert sind, zu erkennen, dass ein ähnlicher Bildungsprocess wie an der unteren Fläche, durch das Emporwachsen des Dentinkeims auch in dem Substrat der oberen Wand der sekundären Erweiterung genau in dem nach aussen offenen Winkel, unter welchem die sekundäre Erweiterung an die primäre Zahnbildungsfurche sich anschliesst, gleichfalls in der Richtung gegen den mit Epidermiszellen ausgefüllten Hohlraum hin sich vollzieht (Figg. 6—9, zd[2]). In gleicher Weise wie in dem Dentinkeim zeigt auch hier in diesem Winkel das Substrat eine auffällige Anhäufung von Bindesubstanzzellen, und die hierdurch hervorgebrachte, dunklere Färbung grenzt ebenso wie beim Dentinkeim auch diesen Theil des Substrats gegen die Umgebung deutlich ab (Fig. 10, zd[2]). Die Verengung der mit Epithel noch immer ausgefüllten sekundären Erweiterung ist also nicht allein durch die Annäherung und Wucherung der unteren Fläche gegen die obere, sondern auch die der oberen gegen die untere bewirkt worden. Der Uebergang in das folgende Stadium vollzieht sich daher schnell, und diesem Umstande ist es wohl beizumessen, dass man so selten an Präparaten Uebergangsstadien antrifft. Aus diesem in dem Winkel zwischen der primären Zahnbildungsfurche und der sekundären Erweiterung gelegenen und nach aussen anfangs nur schwach sich abgrenzenden Theil des Substrats der Mundschleimhaut geht die eigentliche Anlage des Organon adamantinae hervor.

Vergegenwärtigt man sich also im Ganzen die Vorgänge, welche in den beiden ersten Bildungsperioden der Zahnanlage der Beobachtung sich darbieten, so lassen sich dieselben dadurch charakterisiren: dass durch das Emporwachsen der beiden, die primäre Zahnbildungsfurche begrenzenden Zahnwälle die Mundschleimhaut in ihren beiden Theilen, Substrat wie Epithel, in nächste locale Beziehung zu dem knöchernen Theil des Kiefers gebracht wird; dass ferner aus besonders ausgebildeten, der Zahl der Zähne entsprechenden Stellen der primären Zahnbildungsfurche, den sekundären Erweiterungen nämlich, die einzelnen Zahnanlagen entstehen; dass hierbei der Dentinkeim an der unteren, das Organon adamantinae an der oberen

Hälfte der sekundären Erweiterung sich bilden; und dass durch die Wucherung dieser beiden Anlagen der anfänglich von gewuchertem Epithel erfüllte Hohlraum wieder verengt wird.

Umwandelung der Zahnanlagen zum Zahnsäckchen und den einzelnen Organen für die Bildung des Zahnes.

Der Beginn der allmähligen Umwandelung der Zahnanlage in das Zahnsäckchen zeigt sich schon an Schweineembryonen von 7 Cent. Länge. An Querdurchschnitten der Kiefer beobachtet man hier, dass die primäre Zahnbildungsfurche noch vollständig erhalten ist und in continuirlicher Verbindung mit der die Zahnanlage repräsentirenden sekundären Erweiterung steht (cfr. Fig. 10 f.). Sie wird von 2 Schichten Cylinderepithel vollständig ausgefüllt, von denen die eine zu dem äusseren, die andere zu dem inneren Zahnwall gehört.

Die früher zwischen diesen beiden Reihen Cylinderzellen vorhandene Schicht von rundlichen Epithelzellen ist geschwunden.

An der sekundären Erweiterung der primären Zahnbildungsfurche hat sich die Papille des Dentinkeims in der Form der künftigen Zahnkrone stärker erhoben; sie entspricht dem, der Kaufläche zunächst gelegenen, Abschnitt der Zahnkrone, der in der Folge erst durch weitere Erhebung der Papille und Auflagerung der Schmelzsubstanz die ganze Krone darstellt. (Die Wurzel erhebt sich bekannter Weise nie frei sondern wird unter der Krone im Parenchym des Dentinkeims ausgebildet.) Der Papille des Dentinkeims gegenüber (Fig. 10, zd u. zd[1]) hat die von mir beschriebene Anlage des Organon adamantinae in Folge der stärkeren Wucherung des bindegewebigen Stroma zu der bekannten Kappe um den Dentinkeim sich ausgebildet. Beide Anlagen werden gleichfals durch eine Cylinderzellenlage von einander getrennt, an welcher noch mehr oder weniger deutlich zwei Schichten unterschieden werden können, die mit den beiden Cylinderzellenschichten der primären Zahnbildungsfurche in continuirlichem Zusammenhange stehen (Fig. 10, ze[3]). Die eine der Cylinderzellenschichten ruht auf der Papille des Dentinkeims, die andere auf der Organon adamantinae. Zwischen bei-

den Cylinderzellenschichten war auch hier die früher sie trennende Partie rundlicher Zellen verschwunden. Zugleich bemerkt man, dass der Dentinkeim sich jetzt noch deutlicher von der Bildungsmasse des Kiefers abgrenzt und dass diese Abgrenzungslinie sich auch gegen den freien Rand der primären Zahnwulst hin bis an das bindegewebige Stroma des Organon adamantinae fortsetzt (Figg. 11 u. 12, zd³).

In der Begrenzungsschicht sieht man die länglichen Bindesubstanzkörperchen mit ihrer Längsaxe in, dem beschriebenen Zug der Abgrenzungslinie gleich gerichteten, Reihen angeordnet (Fig. 12, zd³).

Bei Schweineembryonen von 9 Cent. Länge macht man auf Durchschnitten einzelner Zahnanlagen die Beobachtung, dass die beschriebene Grenzschicht nach dem Organon adamantinae hin sich deutlich verfolgen lässt, indem sie dasselbe mehr oder weniger vollständig umkreist, und von dem im vorhergehenden Bildungsstadium noch continuirlich mit ihm zusammenhängenden Bindegewebe der Umgebung scheidet (Fig. 13, zd³). Zugleich nimmt man wahr, dass das bindegewebige Stroma des Organon adamantinae in Folge der Bildung von Hohlräumen an manchen Stellen ein lockeres Gefüge darbietet, wodurch die Umwandlung des bindegewebigen Stroma des Organon adamantinae in eine schwammige Substanz allmählich herbeigeführt wird. Auch in diesem Bildungsstadium ist die primäre Zahnbildungsfurche noch erhalten und gelingt es oft Schnitte anzufertigen, welche die Continuität derselben mit der sekundären Erweiterung deutlich erkennen lassen.

Schliesslich wäre noch hervorzuheben, dass man sowohl an der primären Zahnbildungsfurche als an der sekundären Erweiterung zwischen Dentinkeim und Organon adamantinae nicht mehr 2 Schichten von Cylinderzellen, sondern gewöhnlich nur eine unterscheiden kann.

An denselben Schweineembryonen waren jedoch auch einzelne Zahnanlagen in einem weiteren Bildungsstadium.

Am meisten fällt die Veränderung auf, welche das Organon adamantinae erlitten hat. Das bindegewebige Substrat desselben zeigt auf feineren Durchschnittchen ein netzförmiges An-

sehen, wie es schon Raschkow beschrieben hat. Längs der Peripherie finden sich dichtere, durch breitere Stränge begrenzte Maschen, während im übrigen Theil verhältnissmässig weite Räume, durch scheinbar dünne Fäden getrennt, liegen (cfr. Fig. 14, zd²). Auf dickeren Schnitten erkennt man, dass die Begrenzungen der Maschen und Hohlräume von Bindegewebslamellen gebildet werden, in welchen Bindegewebskörperchen liegen. Selten nur nimmt man in den durch die Bindegewebslamellen begrenzten Räumen eine homogene, helle, anscheinend gallertartige Masse wahr, in welcher hin und wieder, namentlich an den Wänden haftend, granulirte runde Zellen sich finden.

Nach dem Dentinkeim zu grenzt die freie Höhlenfläche des Organon adamantinae an eine Reihe länglicher Zellen, die sogenannte Membrana adamantinae; nach der Oberfläche der Mundschleimhaut hin ist dasselbe in seiner ganzen Ausdehnung von der oben beschriebenen, festeren Grenzschicht der Zahnanlage umschlossen, welche nun, abgesehen von der Stelle, wo die primäre Zahnbildungsfurche mit der eigentlichen Zahnanlage im Zusammenhang steht, diese letztere überall von der Umgebung scheidet (cfr. Fig. 13, zd³).

Ausserdem ist an mehreren für dieses Bildungsstadium in Betracht gezogenen Durchschnitten wahrzunehmen, dass der continuirliche Zusammenhang der primären Zahnbildungsfurche mit der Oberfläche der Mundschleimhaut an der Uebergangsstelle unterbrochen ist.

Augenscheinlich schwindet also durch die fortschreitende Annäherung der beiden Zahnwälle und Resorption des eingeschlossenen Epithels die primäre Zahnbildungsfurche immer mehr und mehr. In späteren Stadien, auf deren nähere Darstellung ich hier nicht eingehen kann, ist, wie schon Kölliker und Waldeyer angegeben haben, eine primäre Zahnbildungsfurche nicht mehr aufzufinden.

Hiernach ist aus der von mir beschriebenen Zahnanlage ein sphäroidisch begrenztes Säckchen hervorgegangen, das durch eine festere, im Allgemeinen durch dicht gedrängte, dem Zuge der Oberfläche gleich gerichtete, längliche Bindesubstanzkörperchen ausgezeichnete Grenzschicht gegen die umgebende, haupt-

sächlich zur Kieferbildungsmasse gehörende Bindesubstanz deutlich wahrnehmbar sich abgrenzt. Dieses nenne ich das Zahnsäckchen. Es sind an demselben, wie sich gezeigt hat, zu unterscheiden: der Dentinkeim mit der Zahnpapille und das Organon adamantinae an der Höhlenfläche; die beide trennende Cylinderzellenschicht, Membrana adamantinae; und die um die ganze Zahnanlage, namentlich um das Organon adamantinae und den Dentinkeim herumziehende, oben näher beschriebene Grenzschicht des Säckchens.

Es hat sich ferner herausgestellt, dass jenes Organ, welches ich bei der Erörterung des zweiten Bildungsstadium als Anlage des Organon adamantinae bezeichnet habe, wirklich zum Organon adamantinae der Autoren sich umwandelt. Hierbei möchte ich als wesentlich noch einmal hervorheben, dass diese Umwandlung nicht allein aus den entsprechenden Lageverhältnissen der in den einzelnen Präparaten als Organon adamantinae angesprochenen Gewebspartie zu dem Dentinkeim, sondern auch daraus ersehen wurde, dass an verschiedenen Stellen dieser Gewebspartie die Umbildung des unreifen Bindegewebes in jenes für das eigentliche Organon adamantinae so charakteristische netzförmige Gewebe sich vollzogen hatte (cfr. Fig. 14). Ich füge endlich noch recapitulirend hinzu, dass, so lange nicht die ganze Zahnanlage durch jene festere Grenzschicht abgeschlossen erscheint, der continuirliche Uebergang des, das Organon adamantinae constituirenden Gewebes in das bindegewebige Substrat der Mundschleimhaut an einer grossen Zahl von Präparaten sowohl bei Durchschnitten in einer der Frontalebene als in einer dem freien Rande der Zahnwulst parallelen Ebene in unzweifelhafter Weise zu Tage trat (cfr. Figg. 10—14).

Ich habe nach Präparaten aus den drei von mir zuletzt beschriebenen Bildungsstadien den Uebergang der in der sekundären Erweiterung enthaltenen Zahnanlage zu den in die Bildung der verschiedenen Zahngewebe eingehenden Organen von Stufe zu Stufe darzulegen mich bemüht. Bevor ich jedoch die Mittheilung meiner Beobachtungen schliesse, kann ich nicht umhin, kurz zu erörtern, wie nach meinen Präparaten es sich erklären lässt, dass die Untersuchungen von Kölliker und Wal-

deyer zu einer mit meinen Beobachtungen durchaus unvereinbaren Anschauung über die Bildung des Organon adamantinae geführt haben.

Wie ich schon öfter angeführt, sind Kölliker und Waldeyer der Ansicht, dass aus dem in der sekundären Erweiterung der primären Zahnbildungsfurche gelegenen Epithel das Organon adamantinae hervorgehe. Diese Anschauung scheint dadurch veranlasst worden zu sein, dass man Präparate aus zwei verschiedenen Bildungsstadien zu einander in Beziehung gebracht hat, ohne das dazwischen liegende Stadium zu kennen oder zu berücksichtigen.

Bei einer Zahnanlage aus dem ersten dieser Stadien ist der Dentinkeim ziemlich stark entwickelt, von dem Organon adamantinae jedoch erst theilweise überwuchert. Legt man durch eine solche Zahnanlage eine Reihe von Schnitten, so sieht man das Organon adamantinae bald mehr bald weniger gegen den Dentinkeim und den von Epithel erfüllten Hohlraum der sekundären Erweiterung im Wachsthum vorgerückt. In einem Präparat, bei welchem nur die Randpartie des Organon adamantinae von dem Durchschnitt getroffen worden ist, wird neben dem nur wenig vorspringenden Organon adamantinae über dem Dentinkeim ein verhältnissmässig beträchtlicher Raum der sekundären Erweiterung von Epithel erfüllt sein und ein solches hat offenbar der Zeichnung von Waldeyer (l. c. I. Abtheilung, Taf. I., Fig. 4.) zum Vorbild gedient. Schon die nächst folgenden Schnitte weisen darauf hin, dass nicht dieses Epithel, wie es geschehen, sondern jenes von aussen und vorn dem Dentinkeim entgegenwachsende und über denselben sich herüberlegende Organ als Organon adamantinae anzusehen sei.

Das zweite in Frage kommende Stadium betrifft solche Zahnanlagen, bei denen einerseits das Organon adamantinae den Dentinkeim vollständig bedeckt, und also schon die Anlage der Membran aadamantinae gebildet ist, andrerseits eine festere, bindegewebige Grenzschicht rings um die Zahnanlage sich markirt. Auf dem Durchschnitt sieht man die Schmelzmembran, wie dieses schon Marcusen richtig beschreibt, von beiden Seiten des Dentinkeims aus in eine Epithelschicht sich fortsetzen,

welche jederseits an der freien, zur innern Wand des sog. Zahnsäckchens gerichteten Fläche des Schmelzorganauswuchses aufsteigt und an der innern Wand der von Marcusen als Zahnsäckchen bezeichneten Grenzschicht endigt (cfr. Figg. 12 u. 13). Richtet man nun nicht speciell auf diesen Punkt seine Aufmerksamkeit, so kann man geneigt sein, den das Organon adamantinae von der Umgebung scheidenden Theil der Grenzschicht als ein Uebergangsstück der von beiden Seiten des Dentinkeims aus emporsteigenden Epithelschichten in einander oder, was dasselbe sagt, als eine Fortsetzung des in der sekundären Erweiterung enthaltenen Epithels zu der primären Zahnbildungsfurche hin anzusehen (cfr. Fig. 13). Diese Anschauung hat augenscheinlich bei der Anfertigung der Figg. No. 264 und No. 265 in den neueren Auflagen von Kölliker's Handbuch der Gewebelehre sich geltend gemacht.

Die Unterscheidung aber der Grenzen des Epithels und des unreifen Bindegewebes ist hier oft äusserst schwierig. Denn es giebt kein anderes Kriterium, welches in zweifelhaften Fällen die Unterscheidung von Epithel und unreifem Bindegewebe mit Sicherheit ermöglicht, als der deutlich continuirliche Uebergang der in Frage stehenden Gewebspartie in ein Gewebe von bestimmtem, unzweideutigem Charakter. Werden nun in unserem Fall zum Vergleich Präparate aus dem erst erwähnten Stadium herangezogen, in welchem man die noch wenig markirte Anlage des Organon adamantinae gegenüber dem stark gewucherten Epithel bei der Beobachtung leicht vernachlässigt, so ist es erklärlich, dass man zu der Ansicht gelangt, dass die innern Schichten des die sekundäre Erweiterung erfüllenden Epithels in das so genannte netzförmige Gewebe sich umwandeln, die in der Peripherie liegenden Zellen aber ihren epithelialen Charakter nicht verlieren.

Diese Auslegung hätten jedoch derartige Präparate nicht finden können, wenn man einerseits jene Uebergangsstadien, welche ich als charakteristisch für das Ende der zweiten und den Anfang der dritten der von mir in der Entwicklung der Zähne angenommenen Perioden beschrieben habe, beobachtet und sich andrerseits nicht auf Frontalschnitte beschränkt hätte.

Dass man bei einer solchen Schnittführung den Uebergang des von oben, vorn und aussen gegen die sekundäre Erweiterung sich hervorwölbenden Organon adamantinae in das umgebende Bindegewebe häufiger nicht treffen musste, bedarf wohl keiner weiteren Erklärung. Legt man dagegen in einer zu der Richtung, in welcher das Organon adamantinae gegen die sekundäre Erweiterung vordringt, parallelen Ebene, — also schräg von vorn und aussen nach hinten und innen gerichtete verticale Schnitte durch den Kiefer, so ist auf den meisten derselben die Continuität des die Anlage des Organon adamantinae darstellenden Gewebes mit dem Bindegewebe der Umgebung zu erkennen. Auch auf Schnitten, die parallel zu der freien Randoberfläche der Zahnwulst durch den Kiefer gelegt waren, habe ich oft diesen continuirlichen Zusammenhang des Organon adamantinae nachweisen können.

Aus der beschriebenen Lage und Gestalt des Organon adamantinae, sowie aus der Beziehung, in welcher dasselbe während seiner Ausbildung zu dem Dentinkeim steht, ergiebt sich aber auch, dass man hin und wieder Schnitte erhalten kann, an welchen die festere Grenzschicht der Zahnanlage schon zur Ausbildung gekommen ist, auch das Organon adamantinae das netzförmige Ansehen zeigt, zwischen beiden aber eine das Organon adamantinae allseitig einschliessende Epithelschicht sich hinzieht, die zu beiden Seiten des Dentinkeims in die Schmelzmembran übergeht. Der Schnitt hat hier nur ein kleines Segment der kugelförmigen Zahnanlage zur Ansicht gebracht und daher nur eine ganz in die Höhle der sekundären Erweiterung vorgetretene Randpartie des kappenförmig über dem Dentinkeim liegenden Organon adamantinae getroffen, welche natürlich an der gegen den Dentinkeim gerichteten Fläche die Zellen der Membrana adamantinae, auf der gegen die festere Grenzschicht gewendeten Fläche aber gewöhnliche Epithelzellen zeigt. Auch ich habe solche Präparate mehrfach angefertigt, nie aber einen Uebergang des das Organon adamantinae einschliessenden Epithels in die primäre Zahnbildungsfurche oder einen continuirlichen Zusammenhang des netzförmigen Gewebes mit den mittleren Schichten der primären Zahnbildungs-

furche beobachtet, wie die sehr schematisch gehaltene Abbildung in Frey's Lehrbuch der Histologie und Histochemie (No. 245) andeutet. Ein solcher Uebergang ist einfach nicht möglich und kann nur in dem Falle angenommen werden, wenn man seinem Urtheil so dicke Schnitte zu Grunde legt, dass sie eine genauere Untersuchung des histologischen Details nicht zulassen. In dem hier in Rede stehenden Präparat ist der ursprünglich mit Epithel erfüllte Hohlraum der sekundären Erweiterung auf eine fast einfach erscheinende Epithelschicht reducirt: wie immer, sobald die festere Grenzschicht sich ausgebildet hat, bezeichnet auch hier das Epithel die Grenzlinie der Höhlenflächen beider Organe der Zahnanlage.

Nachdem ich in Vorstehendem zu erläutern versucht habe, auf welche Veranlassung hin man das Schmelzorgan aus dem Epithel hat hervorgehen lassen, möchte ich kurz auch auf die Consequenz dieser Anschauung aufmerksam machen. Mit Nothwendigkeit wird man nämlich bei einer solchen Auffassung zu der Ansicht von Waldeyer geführt, dass eine Abgrenzung der Zahnanlage durch eine festere Gewebsschicht, welche die Abtrennung des von jeher so allgemein angenommenen Zahnsäckchens ermögliche, niemals mit Sicherheit zu erkennen und der Begriff des Zahnsäckchens daher lieber ganz aufzugeben sei.

Es macht sich daher noch schliesslich hier die Frage geltend, was man eigentlich als Zahnsäckchen anzusehen habe. Die besprochene Grenzschicht darf nicht als eine scharf gesonderte, sackartig gestaltete und aus 2 Schichten bestehende Membran, wie man das Zahnsäckchen öfters beschrieben hat, aufgefasst werden. Einer solchen Definition widersprechen durchaus sowohl ihr continuirlicher Zusammenhang nach innen hin mit dem Organon adamantinae und dem Dentinkeim, als auch die innige Verbindung mit dem umliegenden Gewebe, vornehmlich am Grunde der Zahnanlage, wo sich später die Wurzel bildet. Dennoch zeigt sich einmal schon von sehr frühen Bildungsstadien an jene scharfe Abgrenzungslinie der Zahnanlage gegen das umliegende Gewebe; zum anderen aber lässt sich sowohl in späteren Stadien des Fötallebens wie auch nach der Geburt die

ganze Zahnanlage in Gestalt eines geschlossenen Säckchens aus der provisorischen Alveole des Kiefers herausziehen.

Es dürfte daher empfehlenswerth sein, unter dem Begriff des Zahnsäckchens, wie ich schon oben in Uebereinstimmung mit den älteren Autoren sowohl wie auch mit Kölliker's Darstellung gethan habe, die ganze Zahnanlage zusammenzufassen. An diesem Zahnsäckchen hätte man mit Rücksicht auf die Bildungsweise des Zahns zunächst zwei Abschnitte zu unterscheiden: nämlich den unteren gegen die provisorische und bleibende Alveole des Kiefers gerichteten, den sog. Dentinkeim, mit seiner frei gegen den Hohlraum der sackartigen Zahnanlage hervortretenden Papille, und den obern Abschnitt mit dem organon adamantinae und der membrana adamantinae. Beide Abschnitte sind durch die fester ausgebildete Grenzschicht (Zahnsäckchen einiger Autoren) von der Umgebung geschieden. Aus den bisherigen Beobachtungen lässt sich entnehmen, dass aus dem untern Abschnitt, der so zu sagen den Grund des Zahnsäckchen bildet, die Dentin- oder Elfenbeinsubstanz mit der darin eingeschlossenen pulpa dentis hervorgeht, und zwar aus der Papille die Kronenabtheilung, aus dem Reste der sackartigen Zahnanlage, der mit der Ausbildung des Zahn's andauernd an Dicke zunimmt, durch parenchymatöse Sonderung und weitere Ausbildung die Wurzelabtheilung des Dentins. Das Organon adamantinae und die membrana adamantinae sind auf eine noch nicht völlig aufgeklärte Weise an der Bildung des Schmelzes betheiligt. Es ist endlich wahrscheinlich, dass die festere Grenzschicht des Zahnsäckchens mit der Bildung des Cäments und der zugehörigen Theile der Beinhaut der Wurzel in Verbindung zu bringen sind.

Ergebnisse.

Im Folgenden sei es mir gestattet, die für die Entwicklung der Zahnanlage wesentlichen Vorgänge, wie sie nach meinen Untersuchungen sich darstellen, in kurzer Uebersicht zusammenzufassen.

1. Der Bildungsprocess der Anlagen für die Milchzähne wird eingeleitet durch das Auftreten einer längs der primären

Zahnwulst (cfr. p. 553, Fig. 1, W) verlaufenden, continuirlichen Furche, der von mir sog. primären Zahnbildungsfurche (p. 554, Figg. 2—9 f). Dieselbe ist ein Bildungsprodukt der Mundschleimhaut in der Region der primären Zahnwulst und giebt sich auf den Quer-Durchschnitten als eine zwischen zwei vom corium gebildeten Erhabenheiten befindliche und von der Epidermis erfüllte Spalte zu erkennen. Die nach der Mundhöhle gelegene Erhabenheit nenne ich den inneren, die andere den äusseren Zahnwall (Figg. 2—9, fd u. fd[1]). An der freien Fläche der primären Zahnwulst ist die primäre Zahnbildungsfurche nicht durch eine Einsenkung markirt; vielmehr zeigt sich über derselben eine aus Hornzellen der Epidermis bestehende, mehr oder minder bedeutende Erhabenheit (Epidermiswall) (p. 557 u. 558, Figg. 2—9, E[3]).

2. Die primäre Zahnbildungsfurche kommt nicht durch einen in die Tiefe wuchernden Fortsatz des Epithels der Mundschleimhaut (Schmelzkeim Kölliker, Waldeyer), sondern dadurch zu Stande, dass das Substrat (corium) der primären Zahnwulst in zwei parallele längsverlaufende Erhabenheiten, die genannten Zahnwälle, auswächst. Die Epidermis richtet sich hierbei passiv nach der Gestaltung der freien Fläche, wie sie durch die Wucherung der Zahnwälle bedingt wird, und hat also nicht durch Druck auf das corium die primäre Zahnbildungsfurche gebildet. Das Auftreten der oben bezeichneten Erhabenheit aber erklärt sich aus der bei einem solchen Bildungsvorgang unvermeidlichen Verschiebung der Hornzellen.

3. Die Bildung der eigentlichen Anlage für die einzelnen Zähne vollzieht sich in der Weise, dass an gewissen der Zahl der Zähne entsprechenden Stellen vom Grunde der primären Zahnbildungsfurche aus im fast rechten nach aussen offenen Winkel zu letzterer gestellte „secundäre Erweiterungen" (p. 560, Figg. 6—9, z) auswachsen, in welche das die primäre Zahnbildungsfurche ausfüllende Epithel sich unmittelbar fortsetzt.

4. An dem untern Abschnitt der eigentlichen Zahnanlage (p. 561 u. 562, Figg. 6—9, zd[1] u. zd[2]) bildet sich aus dem Substrat (corium) der Dentinkeim mit seiner frei in den Hohlraum sich erhebenden Papille, an dem oberen das organon ada-

mantinae oder das Schmelzorgan. Wie der Dentinkeim, so geht auch das organon adamantinae aus dem Substrat (corium) und nicht aus der Epidermis (epithelium) der Mundschleimhaut hervor. Dasselbe ist in ähnlicher Weise durch eine gegen den Hohlraum der secundären Erweiterung vortretende und die Papille des Dentinkeim's überwuchernde Erhebung, sowie durch die reichlichere (Figg. 6—9, zd²) Anhäufung von Zellen im stroma der Bindesubstanz gekennzeichnet. Indem diese beiden Theile der Zahnanlage gegen den von der Epidermis erfüllten Hohlraum von oben und unten her einander entgegenwachsen, wird letzterer unter gleichzeitiger Abnahme des dazwischen eingeschlossenen Epithels, vornehmlich unter Hinschwinden des stratum corneum, mehr und mehr verengt, so dass schliesslich zwischen der Papille des Dentinkeims und dem ihn nunmehr kappenförmig umgebenden Schmelzorgan nur ein aus zwei Schichten Cylinderzellen bestehendes Epithelstratum (p. 563 u. 564, Figg. 10—14, ze³) übrig bleibt, die sog. membrana adamantinae. Dieselbe stellt sich späterhin als eine nur einfache Lage von Cylinderepithelzellen dar (Inneres Epithel).

5. In Betreff des Dentinkeims ist hervorzuheben, dass an demselben zwei Theile unterschieden werden müssen: die frei sich erhebende Papille und die Wurzelabtheilung, welche letztere so zu sagen den Boden der sackartigen Zahnanlage formirt. Aus der Papille geht nur die Kronenabtheilung des Dentins oder der Elfenbeinsubstanz des Zahns hervor, aus der Wurzelabtheilung durch eine parenchymatöse Sonderung und Ausbildung die zur Wurzel des Zahns gehörigen Bestandtheile.

6. Während der ersten Bildungsstadien geht das organon adamantinae nach aussen (nach der von dem Hohlraum der Zahnanlage und der primären Zahnbildungsfurche abgewendeten Seite) ohne scharfe Abgrenzung continuirlich in das bindegewebige Stroma der Umgebung über (cfr. Figg. 10, 11, 12, 14). In dem weiteren Verlaufe der Entwicklung wird die Zahnanlage von einer durch zahlreiche, in parallele Reihen gestellte Bindesubstanzkörperchen deutlich markirten Grenzschicht (p. 564, Fig. 13, zd³) allseitig von dem Bindegewebsstroma der Umgebung geschieden (p. 564, Fig. 14, zd²), während gleich-

zeitig die Umwandlung des organon adamantinae in ein auf dem Durchschnitt netzförmig sich darstellendes Gewebe vor sich geht. Die erwähnte Grenzschicht (Zahnsäckchen einiger Autoren) geht von der Basis des Dentinkeims aus aufwärts bis an die Uebergangsstelle der primären Zahnbildungsfurche zur secundären Erweiterung und kann auf einem Frontalschnitt zu der Täuschung Veranlassung geben, als ob die tiefste Zellenschicht des rete Malpighii der in der primären Zahnbildungsfurche befindlichen Epidermis in diese Grenzschicht sich fortsetze (p. 567, Fig. 13, zd[3]). Wahrscheinlich ist auf diese Weise jene Ansicht entstanden, derzufolge das organon adamantinae aus dem Epithel der Mundschleimhaut hervorgehen soll.

7. Das organon adamantinae (Fig. 14, zd[2]) besteht nicht aus sternförmigen, miteinander anastomosirenden Zellen, sondern aus einem bindegewebigen stroma, welches wie bei der Nabelschnur aus einer festeren und einer mehr gallertigen Form von unreifer Bindesubstanz construirt sich darstellt. Die festere Grundsubstanz bildet ein dünnwandiges, cavernöses Höhlensystem, das auf Durchschnitten das Bild von scheinbar strahlenförmigen, miteinander anastomosirenden Zellen gewährt, wobei man die Bindesubstanzkörperchen als Kerne der angeblich sternförmigen Zellen, den optischen Durchschnitt der aus der Grundsubstanz gebildeten Septa für Ausstrahlungen der Zellen ansieht. Die gallertige Bindesubstanz stellt die an Bindesubstanzkörperchen arme Füllungsmasse der Cavernen dar, welche bei feinen Schnittchen leicht abfliesst.

8. Der Milchzahn geht demnach aus einer sackartigen Erweiterung der Mundschleimhaut hervor, die durch Vermittlung einer allen Milchzähnen gemeinschaftlichen primären Zahnbildungsfurche tief in die Alveolarfortsätze der Kiefer eingesenkt ist. Zur Aufnahme eines jeden in der Ausbildung begriffenen Zahnes bildet sich hier eine provisorische Alveolarkapsel, gegen welche die sackartige Zahnanlage durch eine festere Bindegewebsschicht sich abgrenzt. Dem jedesmaligen Bildungszustand der Zahnanlage entsprechend, verändert sich die morphologische Beschaffenheit der provisorischen Alveolarkapsel, welche bei dem durch die Ausbildung der Wurzel herbeigeführten Durch-

bruch des Zahns geöffnet wird und schliesslich in die bleibende Alveole sich umwandelt.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bezeichnungen.

L Lippe.
W Primäre Zahnwulst.
E Epidermis der Mundschleimhaut.
E^1 stratum corneum } der Epidermis.
E^2 stratum Malpighii } der Epidermis.
E^3 Epidermiswall über der primären Zahnbildungsfurche.
D Derma (corium, Substrat) der Mundschleimhaut.
f Primäre Zahnbildungsfurche.
fd^1 Innerer } Zahnwall.
fd^2 Aeusserer } Zahnwall.
fe Epidermis in der primären Zahnbildungsfurche.
fe^1 stratum corneum } der Epidermis in der primären Zahnbildungsfurche.
fe^2 stratum Malpighii } der Epidermis in der primären Zahnbildungsfurche.
z Secundäre Erweiterung der primären Zahnbildungsfurche. — Eigentliche Zahnanlage.
zd Substrat der Zahnanlage.
zd^1 Dentinkeim.
zd^2 Organon adamantinae (Schmelzorgan).
zd^3 Grenzschicht der Zahnanlage, durch welche die Anlage des Zahns von der Umgebung, vornehmlich von dem bindegewebigen Stroma der Kieferanlage geschieden wird.
ze Epidermis der Zahnanlage.
ze^1 stratum corneum } der zur Zahnanlage gehörigen Epidermis.
ze^2 stratum Malpighii } der zur Zahnanlage gehörigen Epidermis.
ze^3 membrana adamantinae (Schmelzmembran).
M Meckelscher Knorpel.
K Knochensubstanz des Kiefers.
V Furche zwischen Lippe resp. Backe und Kiefer.
G Gefäss.

Fig. 1. Querschnitt parallel zur Frontalebene durch den Unterkiefer eines Schweinsembryo von 2 ctm. Länge; er zeigt die primäre Zahnwulst, an welcher die Bildungsvorgänge für die Entwicklung der Zähne stattfinden.

Fig. 2. Frontalschnitt durch den Oberkiefer eines Schweinsembryo von 5 ctm. Länge in der Gegend der hinteren Backzähne;

derselbe zeigt die primäre Zahnbildungsfurche zwischen dem äussern und innern Zahnwall.

Fig. 3. Frontalschnitt durch den Oberkiefer desselben Embryo in der Gegend des zweiten oder dritten Backzahns. Dasselbe Bildungsstadium.

Fig. 4. Frontalschnitt durch den Unterkiefer desselben Embryo in der Gegend der vorderen Backzähne.

Fig. 5. Frontalschnitt durch den Unterkiefer desselben Embryo in der Gegend der hinteren Backzähne. Am Grunde der primären Zahnbildungsfurche beginnt die Bildung der secundären Erweiterung, welche für die eigentliche Zahnanlage bestimmt ist.

Fig. 6. Frontalschnitt durch den Unterkiefer desselben Embryo in der Gegend des Eckzahns. Ein weiter vorgeschrittenes Bildungsstadium, in welchem schon die Umwandlung der secundären Erweiterung zur eigentlichen Zahnanlage sich vollzogen hat. Man sieht die Zahnanlage im rechten Winkel zur primären Zahnbildungsfurche gestellt, am obern Abschnitt der sackartigen Zahnanlage das Organon adamantinae, am untern den Dentinkeim in der Entwicklung.

Figg. 7, 8, 9. Frontalschnitte durch den Unterkiefer eines 6 ctm. langen Schweinsembryo in der Gegend der Schneidezähne. Dasselbe Bildungstadium wie in Fig. 6.

Fig. 10. Frontalschnitt durch den Unterkiefer eines Schweinsembryo von 7 ctm. Länge in der Gegend der vorderen Backzähne. Sowohl in der primären Zahnbildungsfurche als in der secundären Erweiterung derselben für die eigentliche Zahnanlage ist das Stratum corneum der Epidermis gänzlich, das Stratum Malpighii bis auf die noch erhaltene tiefste Cylinderzellenschicht geschwunden. Das Organon adamantinae am obern, und der Dentinkeim am untern Abschnitt der Zahnanlage sind einander so weit entgegengewachsen, dass sie nur durch die erwähnten, zur obern und untern Fläche der secundären Erweiterung gehörigen, tiefsten Cylinderzellenschichten des Stratum Malpighii der Epidermis getrennt sind, und dass das Organon adamantinae von der Kuppe der Papille des Dentinkeims eingestülpt erscheint. Die beiden Cylinderzellenschichten sind sowohl in der primären Zahnbildungsfurche wie innerhalb der Zahnanlage noch deutlich zu unterscheiden und gehen continuirlich in die tiefste Epidermiszellenschicht der freien Fläche der Zahnwälle über. Das aus beiden gebildete Epithelstratum zwischen Organon adamantinae und Dentinkeim ist die Membrana adamantinae (Raschkow). Die ganze Zahnanlage hebt sich gegen die Umgebung nur durch die reichliche Anhäufung von Zellen ab, eine festere Grenzschicht ist noch an keiner Stelle zu erkennen. Die Lücke zwischen der Kuppe des Dentinkeims und dem entsprechenden Stück der Membrana adamantinae ist künstlich.

Fig. 11. Frontalschnitt durch den Unterkiefer desselben Embryo

in der Gegend des Eckzahns. Ein etwas weiter vorgeschrittenes Bildungsstadium. Man sieht von der Basis des Dentinkeims aus zu beiden Seiten eine im Verhältniss zu dem bindegewebigen Stroma der Kieferanlage dunklere Gewebsschicht nach der freien Fläche hin emporziehen, durch welche sich die Zahnanlage gegen die Umgebung abzugrenzen beginnt. Die primäre Zahnbildungsfurche ist von 2 Reihen Cylinderepithelzellen ausgefüllt, deren continuirlicher Zusammenhang mit der tiefsten Zellenschicht der Epidermis an der freien Fläche des Kiefers noch deutlich zu erkennen ist. An der Membrana adamantinae sind in demjenigen Stück, welches in die Cylinderepithelzellen der primären Zahnbildungsfurche sich fortsetzt, nicht mit Sicherheit Cylinderzellen zu erkennen. In dem weiteren Verlauf der Membrana adamantinae werden jedoch auch die Cylinderzellen sichtbar und setzen sich an der lateralen Seite der Zahnanlage in eine aus 2 Reihen bestehende Cylinderepithelzellenschicht fort, welche parallel der primären Zahnbildungsfurche noch eine Strecke weit aufwärts gegen den freien Rand des Kiefers hin sich fortzieht. Nichts destoweniger geht das Organon adamantinae, welches in dem untern gegen die Membrana adamantinae gewendeten Theil schon ein etwas netzförmiges Aussehen darbietet, in dem gegen den freien Rand des Kiefers gelegenen obern Theil continuirlich in das bindegewebige Substrat der Umgebung über.

Fig. 12. Frontalschnitt durch den Unterkiefer eines 8 ctm. langen Schweinsembryo in der Gegend der äusseren Schneidezähne. — Dasselbe Entwicklungsstadium wie in Fig. 11. Die Cylinderzellen der Membr. adamantinae sind überall deutlich zu unterscheiden, eine Anordnung derselben in 2 Schichten dagegen nicht mehr mit Sicherheit zu erkennen. In der Grenzschicht der Zahnanlage gegen das bindegewebige Stroma der Kieferanlage sieht man die parallelen Züge der Bindesubstanzkörperchen. Das Organon adamantinae steht in continuirlichem Zusammenhang mit dem Substrat der Mundschleimhaut in seiner Umgebung. An der lateralen Seite der Zahnanlage bemerkt man ein sich verzweigendes Gefäss, an der medialen Seite den Meckelschen Knorpel.

Fig. 13. Frontalschnitt durch den Unterkiefer desselben Embryo in der Gegend des Eckzahns. — Ein weiter vorgerücktes Bildungsstadium. Die Zahnanlage ist ringsum durch eine dunkle Bindegewebsschicht von der Umgebung abgegrenzt. In der primären Zahnbildungsfurche sind beinahe der ganzen Länge nach die beiden sie ausfüllenden Cylinderephitelzellenreihen noch deutlich zu unterscheiden; auch an der Membrana adamantinae ist die Anordnung der Cylinderzellen in 2 Schichten nicht zu verkennen. Die erwähnte Grenzschicht setzt sich, von der Basis des Dentinkeims ausgehend, zu beiden Seiten der Zahnanlage aufwärts fort bis an die Stelle der primären Zahnbildungs-

furche, an welcher in früheren Bildungsstadien die für die eigentliche Zahnanlage bestimmte secundäre Erweiterung unter rechtem Winkel an die primäre Zahnbildungsfurche sich ansetzte. Es entspricht diese Stelle, wenn man den Verlauf der primären Zahnbildungsfurche längs des Kiefers in Betracht zieht, dem Grunde der primären Zahnbildungsfurche. Die bindegewebige Grenzschicht steht demnach hier in Contiguität, nicht aber in Continuität mit den Cylinderepithelzellenschichten, welche die primäre Zahnbildungsfurche erfüllen. Dennoch hat wohl ein solches Präparat hauptsächlich zu der Annahme die Veranlassung gegeben, dass das Organon adamantinae von Cylinderzellen völlig eingeschlossen sei, indem man die in der primären Zahnbildungsfurche lateralwärts gelegene Cylinderepithelzellenschicht continuirlich in die betreffende Grenzschicht sich fortsetzen liess.

Fig. 14. Querschnitt durch die Anlage eines hintern Backzahns in dem Oberkiefer eines 9 ctm. langen Schweinsembryo. — Das in früheren Bildungsstadien durch die dicht gedrängten Zellen ausgezeichnete bindegewebige Stroma des Organon adamantinae hat sich zum grösseren Theil in das für die späteren Stadien charakteristische, auf dem Durchschnitt sich netzförmig darstellende Gewebe umgewandelt. Dasselbe steht jedoch fast an seinem ganzen Umfange noch in continuirlichem Zusammenhang mit dem in seiner Umgebung befindlichen Substrat der Mundschleimhaut. Eine Grenzschicht ist nur wenig über die Region des Dentinkeims hinaus zu verfolgen. Die Membrana adamantinae zeigt sich noch an mehreren Stellen aus 2 Schichten von Cylinderepithelzellen zusammengesetzt

Die in Figg. 10—14 beschriebenen Schnitte sind von Kiefern angefertigt, die nach Behandlung mit Salzsäure (5%) durch eine Lösung von Chlorpalladium (1 : 700) erhärtet worden waren. Die Abbildungen sind bei etwa 100facher Vergrösserung gezeichnet.

Beitrag zur Lehre vom Ikterus.

Von

B. Naunyn
in Dorpat.

II.

(Fortsetzung von dies. Archiv, Jahrg. 1868, S. 401.)

Voit machte zuerst auf die Thatsache aufmerksam, dass im Harne normaler Hunde häufig Gallenfarbstoff vorkommt. Auch in dem ersten Abschnitte dieser Arbeit musste jener Thatsache aus mannigfachen Gründen mehrfach Erwähnung geschehen.

Diese also schon bekannte Thatsache erscheint nicht ohne Interesse, und die Ursachen, welche das Auftreten jener Substanz im Urin normaler Hunde bewirken, dürften einer genaueren Nachforschung nicht unwerth sein; denn es ist jene Thatsache die einzige, welche den Ikterus in das Gebiet der Physiologie einführt und es steht zu erwarten, dass, falls es gelingt, die Ursachen dieses physiologischen Ikterus ausfindig zu machen, hierdurch werthvolle Anhaltspunkte für die Erklärung mancher Formen desselben bei seinem Auftreten als Krankheitssymptom, als Gelbsucht gewonnen werden.

Die Berechtigung, den Zustand des Organismus, in welchem Gallenfarbstoff mit dem Urine ausgeschieden wird, als einen geringeren Grad des Ikterus anzusehen, ist wohl zweifel-

los. Der Gallenfarbstoffgehalt des Urines zeigt, da wir keinen Grund haben, die Niere als die Bildungsstätte des Gallenfarbstoffes anzusehen, die Gegenwart desselben im Blute mit Sicherheit an. Die Gegenwart jener Substanz im Blute wird aber nothwendigerweise ein Uebertreten derselben oder ihrer Umwandlungsproducte in die Gewebsflüssigkeit herbeiführen müssen. Ob nun der Gehalt der Gewebe an Gallenfarbstoff ein so geringer ist, dass die dadurch bedingte Färbung der Organe dem Blicke entgeht, oder ob wirklich bei zunehmendem Gallenfarbstoffgehalt die als Ikterus bezeichnete Gelbfärbung der Organe zu Stande kommt, dies sind Zustände, welche nur dem Grade nach verschieden sind. Allerdings ist bis jetzt bei normalen Hunden ein so reichlicher Gehalt der Gewebe an Gallenfarbstoff, dass eine wirkliche Gelbfärbung derselben bemerkbar wurde, nicht beobachtet worden, indessen ist es leicht einzusehen, dass auch die Bedingungen für die Wahrnehmbarkeit geringerer Grade der Gelbsucht bei diesen Thieren sehr ungünstige sind.

Die äussere Haut derselben entzieht sich der Beobachtung in dieser Beziehung so gut wie vollständig. Die selten rein weisse Sklera der Thiere macht auch diesen Ort, welcher beim Menschen meist die herannahende Gelbsucht verräth, zu solchen Zwecken untauglich. Die Erkennung des Gallenfarbstoffes im Blute in den inneren Organen, und etwa vorhandenen serösen Transsudaten ist ja auch beim Menschen nur in höheren Graden der Gelbsucht möglich. Die Secrete der Drüsen: Milch, Speichel u. s. w. sind für die Diagnose der Gelbsucht überhaupt nicht brauchbar, da sie selbst in den höchsten Graden des Ikterus meist von Gallenfarbstoff frei bleiben.

So ist die Aussicht, bei dem Hunde für leichtere Grade des Ikterus noch andere Merkzeichen als die Ausscheidung des Gallenfarbstoffes mit dem Urin aufzufinden, sehr gering, und andererseits liegt nach Obigem wohl kein Grund vor, diese leichteren, allein aus dem Verhalten des Urines erkannten Grade des Ikterus, für etwas von den höheren Graden „der Gelbsucht“ im Wesen Verschiedenes anzusehen.

Es wird daher im Folgenden jener Zustand der Hunde, in

welchem sie bei vollkommen normalem Befinden Gallenfarbstoff im Urin entleeren, als physiologischer Ikterus bezeichnet werden[1]).

Voit äussert die Ansicht, dass das Nachweisbarsein oder Fehlen des Gallenfarbstoffes im Urine der Hunde von der Concentration des letzteren abhängig sei; im ersten Abschnitte dieser Arbeit wurde darauf hingewiesen, dass der physiologische Ikterus sich bei den Hunden nach eingreifenden Operationen jeder Art einzustellen, da aber, wo er schon vorher bestand, intensiver zu werden pflegt. Dies sind die einzigen Angaben, welche bis jetzt über die Bedingungen für das Vorkommen dieser Erscheinung vorliegen.

Es gelingt bei jedem Hunde, bei dem überhaupt der physiologische Ikterus zur Beobachtung kommt, d. i. bei fast allen und namentlich älteren Hunden, und ebenso bei Katzen, das Auftreten jener Erscheinung herbeizuführen, ausnahmslos, wenn man die Thiere hungern lässt. Je nach der Reichlichkeit und der Beschaffenheit der eingenommenen Mahlzeit, d. h. je leichter verdaulich dieselbe war, um so schneller, im Durchschnitt 3—24 Stunden nach der letzten Nahrungseinnahme giebt der Urin eine deutliche Gallenfarbstoffreaction. Dieselbe nimmt bei weiterem Hungern an Intensität zu, während der Urin dauernd rein gelb bleibt. Bei Hunden wird die Färbung mit dem Steigen des Gallenfarbstoffgehaltes eine mehr und mehr gesättigte; bei Katzen bleibt der Urin fortdauernd nur schwach hellgelb gefärbt.

Gleichzeitig mit dem Gallenfarbstoff sind im Urin Gallen-

---

1) Es wurde übrigens der Versuch gemacht, einen stärkeren Grad des Ikterus bei jenen Thieren dadurch zu erzielen, dass man durch Unterbindung der Ureteren die Ausscheidung des Gallenfarbstoffes aus dem Organismus verhinderte. Das Resultat des Versuchs war indessen ein negatives. Ein Ikterus der Gewebe konnte in der Leiche des am 3. Tage nach der Unterbindung verstorbenen Hundes nicht wahrgenommen werden. Dass übrigens das Resultat dieses Versuches in keiner Weise geeignet ist, die oben behauptete Identität zwischen dem physiologischen Ikterus und dem pathologischen (Gewebsikterus) zu widerlegen, ist ohne weiteres klar.

säuren in relativ bedeutender Menge nachweisbar[1]). Dabei ist das Verhalten der Thiere ein in jeder Beziehung (auch in Bezug auf die Körpertemperatur) vollkommen normales, und bei zufällig eintretenden Entleerungen von Faeces zeigen dieselben eine, sogar starke, gallige Färbung.

Beläge für diese Angaben anzuführen, dürfte überflüssig sein; der Versuch ist zu einfach anzustellen, als dass ein Irrthum in der Beobachtung möglich wäre. Bemerkt muss hier nur werden, dass behufs des Nachweises von Gallenfarbstoff im Urine neben der Gmelin'schen häufig auch die Huppert'sche (Schwerdtfeger'sche) Gallenfarbstoffreaction zur Anwendung kam. In einem Falle wurde der betreffende Urin mit Chloroform geschüttelt; in dem beim Verjagen des Chloroform von der Chloroformlösung hinterbleibenden Rückstande fanden sich kleine gelbe Stäbchen, Krystallen von Bilirubin der Form und Reaction nach durchaus ähnlich.

Es scheint übrigens auch beim Menschen, wenn kräftige Individuen längere Zeit absoluter Abstinenz unterworfen sind, hier und da Ikterus zu Stande zu kommen; wenigstens wurde mir durch Dr. Trendelenburg in Berlin eine Beobachtung der Art zugänglich. Bei einem jungen kräftigen Mädchen, welche in Folge von Schwefelsäure-Vergiftung an einer übrigens für gewöhnlich vollkommen permeabeln Oesophagusstrictur litt, stellte sich, wie dies nicht selten der Fall, plötzlich eine vollständige Undurchgängigkeit des Oesophagus ein. Am 4. Tage absoluter Abstinenz wurde bei der Kranken eine leichte ikterische Färbung der äusseren Haut und der Skleren bemerkbar; der Urin gab gleichzeitig eine schwache Gallenfarbstoffreaction.

Dass nicht, wie Voit angiebt, die Concentration des Urines die Ursache des physiologischen Ikterus ist, folgt aus nachstehenden Versuchen.

Ein Hund, welcher bei gewöhnlicher Fütterungsweise Gallenfarbstoff nur in geringen Mengen im Urine zeigt, hungert einen Tag. Der nach 24 Stunden entleerte Urin vom specif.

---

1) Die Darstellung der Gallensäuren aus dem Urine wurde in der im ersten Abschnitte dieser Arbeit angegebenen Weise ausgeführt.

Gewicht 1,035 enthält viel Gallenfarbstoff. Nachdem die Blase vollständig entleert[1]), erhält der Hund sehr viel möglichst trockenes Fleisch zu fressen; nach 2 Stunden lässt er einen Urin vom specif. Gewicht 1,060, in welchem kaum Spuren von Gallenfarbstoff nachweisbar sind.

Ein Hund, der vielfach zu Stoffwechsel-Versuchen benutzt wurde, erhielt regelmässig Nachmittags um 5 Uhr eine reichliche Mahlzeit von Pferdefleisch in ziemlich groben Stücken. Der danach zuerst, des Morgens um 9 Uhr, entleerte Urin zeigte durchschnittlich ein specif. Gewicht von 1,032, und enthielt stets nur sehr geringe Mengen von Gallenfarbstoff. Einen weit stärkeren Gallenfarbstoffgehalt zeigte regelmässig der des Nachmittags um 4 Uhr entleerte Urin, auch dann, wenn derselbe durch inzwischen vom Hunde eingenommenes Wasser stark diluirt war bis zum specif. Gew. von 1,011. Derselbe Hund entleerte an einem 3ten Hungertage ebenfalls nach Wassereinnahme einen stark gallenfarbstoffhaltigen Urin vom specif. Gewicht 1,002, während der 12 Stunden später nach reichlicher Fleischnahrung gelassene Urin vom specif. Gewichte 1,032 nur eine unsichere Gallenfarbstoffreaction giebt u. s. w.

Dass übrigens ceteris paribus die Concentration des Urines für das Hervortreten jener Reaction vortheilhaft, soll selbstverständlich in keiner Weise in Abrede gestellt werden.

Für die Thatsache, dass bei Hunden und Katzen im Hungerzustande physiologischer Ikterus eintritt, drängt sich nun folgender Erklärungsversuch auf.

Es ist bekannt, dass die während des Hungerns secernirte Galle nicht direct in den Darm ergossen, sondern zunächst durch den Ductus hepaticus und cysticus zur Gallenblase geleitet und hier aufgespeichert wird. Man findet die Gallenblase der Thiere nach längerem Hungern prall ausgedehnt und strotzend mit Galle gefüllt, Beweis genug, dass auf dem unter solchen Um-

1) Will man sich davon überzeugen, dass der nach Nahrungseinnahme gelassene Urin die geringsten Gallenfarbstoffmengen enthält, so muss man dafür sorgen, dass das Thier etwaigen aus der Hungerzeit noch in der Blase befindlichen und also gallenfarbstoffhaltigen Urin vorher vollständig entleert.

ständen in der Gallenblase angehäuften Secret ein starker Druck lastet. Es wäre denkbar, dass also hier, in der Gallenblase, eine Resorption von Galle statt hat, sowie letztere in ausreichender Menge in derselben angehäuft ist.

Die experimentelle Prüfung ergiebt den Ungrund einer solchen Annahme.

Einem gelben Affenpinscher wird eine Gallenblasenfistel angelegt, ohne Unterbindung des Ductus choledochus. Um weiter die Aufhäufung von Galle in der Gallenblase unter einem irgend erheblichen Drucke zu verhindern, wird durch eine in die Fistel eingeführte Canüle für den freien Abfluss der Galle Sorge getragen. Das Auftreten des physiologischen Ikterus nach 24stündigem Hungern wurde dadurch in keiner Weise behindert.

Einem schwarzen Schäferhund wird in derselben Weise eine Gallenblasenfistel angelegt. Auch hier trat, trotzdem dass für den freien Abfluss der Galle durch eine eingeführte Canule gesorgt wurde, physiologischer Ikterus sogar schon nach 12stündigem Hungern ein.

Uebrigens zeigte die später bei beiden Hunden vorgenommene Section, dass die Ausführungsgänge der Leber vollständig durchgängig und ebenso wie das Organ selbst in jeder Beziehung normal beschaffen waren.

Es ist also hiernach nicht anzunehmen, dass die Resorption der Galle in den fraglichen Fällen in der Gallenblase statthabe, es muss dieselbe vielmehr schon in der Leber selbst vor sich gehen.

Der Grund nun, weshalb im Hungerzustande der Thiere ein reichliches Uebertreten des in den Leberzellen gebildeten Secretes in das Blut statthat, obgleich ein solches während der Verdauung nicht oder wenigstens in weit geringerem Grade stattfindet, scheint folgender zu sein.

Im Hungerzustande ist wie bekannt der Zufluss des Blutes zum Darme ein weit geringerer, als während der Verdauung; hiernach muss der Seitendruck in der Vena portarum und also auch in den Blutcapillaren der Leber zur Hungerzeit abnehmen. Die Versuche Heidenhain's und Lichtheim's[1]) zeigen

1) Heidenhain, Studien des physiologischen Institutes in Breslau 1868.

aber, dass die Intensität der Gallensecretion in hohem Grade abhängig ist von dem Druck, unter welchem das Blut in den Lebercapillaren steht. Bei einem keineswegs abnorm hohen Druck in den Gallengängen (= 110 Mm. Galle) konnte er ein vollständiges Aufhören der Gallensecretion, ja sogar statt der Secretion eine Resorption in der Leber herbeiführen, wenn er den Seitendruck in den Blutcapillaren künstlich herabsetzte. Heidenhain bewirkte in den von ihm angeführten Experimenten diese Herabsetzung des Blutdrucks in der Leber in nämlicher Weise, wie dieselbe bei hungernden Thieren zu Stande kommen muss, nämlich dadurch, dass er durch elektrische Reizung des Rückenmarkes Contraction der Unterleibsarterien und hiermit eine Verminderung des Blutzuflusses zu den Unterleibsorganen herbeiführte.

Nach diesen von Heidenhain mitgetheilten Erfahrungen hat in der That die Annahme nichts Gewagtes, dass das Sinken des Blutdruckes in der Leber, wie es während des Hungerzustandes statthaben muss, hauptsächlich die Ursache des bei den genannten Thieren so häufig beobachteten physiologischen Ikterus sei[1]). Es ist diese Thatsache aber ein neuer Beweis von der Leichtigkeit, mit welcher eine Resorption des in der Leber gebildeten Secretes in's Blut statthat und als solcher von Wichtigkeit für die Pathologie. Sie erlaubt es, das Gebiet des Resorptionsikterus weiter auszudehnen, als dies bisher geschah und die Resorption von Galle als Ursache für die Entstehung des Ikterus auch da gelten zu lassen, wo ein Hinderniss für den Abfluss der Galle nicht vorliegt.

Denn es handelt sich, wie jene Beobachtungen an Thieren

1) Versuche, experimentell bei Thieren, deren Urin für gewöhnlich frei von Gallenfarbstoff ist, durch schnelle Herabsetzung des Blutdrucks in der Leber das Auftreten von Gallenfarbstoff herbeizuführen, misslangen bis jetzt. Die Operation, welche nöthig ist, um eine irgend erhebliche Druckverminderung in der Vena portarum zu bewirken, (Unterbindung des Tripus Halleri und der Mesaraica superior) wird von Kaninchen u. s. w. nicht länger wie 1—2 Stunden überlebt und auch während dieser Zeit liegt nach jener Operation die Urinsecretion fast vollständig darnieder; Hunde und Katzen, die die Operation besser vertragen, sind selbstverständlich zu diesen Versuchen nicht brauchbar.

lehren, für das Zustandekommen dieser Erscheinung, d. h. des Ikterus nicht lediglich um den im Gebiete der Gallengänge herrschenden Druck, sondern um das Verhältniss zwischen dem Druck, welcher hier, und dem, welcher in den Blutgefässen der Leber besteht. Hierauf wies Frerichs[1]) schon vor längerer Zeit hin. Derselbe führte damals schon Erfahrungen der Pathologie an, welche wohl geeignet sind, zu zeigen, dass auch für den Menschen dieselben Anschauungen Geltung haben, welche wir für das Zustandekommen des Ikterus bei Hunden als gültig erkannt haben, so namentlich das häufigere Auftreten des Ikterus bei acutem Pfortaderverschluss. Auch manche Fälle des Ikterus bei Herzfehlern suchte er auf die angeführte Weise zu erklären.

Diese von Frerichs erörterte Möglichkeit eines Zustandekommens des Ikterus durch Abnahme des Druckes in den Blutgefässen der Leber wurde später indessen wenig berücksichtigt. Vor Allem war es die sich entwickelnde Lehre vom hämatogenen Ikterus, welche die Schuld an dieser Vernachlässigung trug. Die Möglichkeit, durch die Annahme letzterer Lehre die verschiedensten schwer verständlichen Formen des Ikterus zu erklären, andererseits vielleicht der vielfach unbewusste „Zusammenhang dieser Lehre mit den Anschauungen der alten Humoralpathologie[2])“ bewirkte, dass dieselbe bei den Pathologen fast allgemeinen Eingang und Annahme fand, trotz des Widerspruchs Einzelner und namentlich Virchow's, des Begründers dieser Lehre selbst.

Die Thatsachen aber, auf welche man diese Lehre vom hämatogenen Ikterus noch fester zu begründen und anzubahnen strebte, haben sich als hinfällig erwiesen, die Formen des Ikterus, deren Verständniss man durch sie zu erlangen suchte, des Ikterus in der Septicaemie u. s. w. bedürfen einer anderen Erklärung.

Wie schon im ersten Abschnitte dieser Arbeit erörtert wurde, liegen mannichfache Gründe für die Annahme vor, dass

---

1) Klinik der Leberkrankheiten. Braunschweig 1858.

2) Vgl. Virchow, Archiv f. pathol. Anat. u. s. w. Bd. 32, p. 117.

auch in der Norm stets eine Resorption von Galle in's Blut statthabe. Eine mangelhafte Umsetzung dieser fortdauernd in's Blut gelangenden Galle wird, wie Frerichs schon zeigte, das Auftreten von Gallenfarbstoff in den Geweben und im Urine herbeiführen[1]). Daneben muss überall im Auge behalten werden, wie wichtig die Höhe des Blutdruckes in der Leber für die Grösse der Gallenresorption ist. Der physiologische Ikterus der Hunde lehrt, dass schon die in der Norm vorkommenden Schwankungen Jenes genügend sind, um das Gleichgewicht zwischen Aufnahme von Gallenbestandtheilen in das Blut und ihrer Zersetzung im Organismus zu stören, d. h. eben Ikterus herbeizuführen. Wir dürfen aber nicht anstehen, anzunehmen, dass die pathologischen Schwankungen des Blutdrucks in jenem Organe weit grössere sind, als die normalen.

In einem Zusammenwirken dieser beiden Factoren, abnormer Erniedrigung des Blutdrucks in der Leber einerseits, mangelhafter Umsetzung der in's Blut resorbirten Gallenbestandtheile andererseits, dürfte die Ursache vieler Ikterusformen zu suchen sein.

Die Thatsache des physiologischen Ikterus scheint fernerhin geeignet, die bedeutenden Schwankungen zu erklären, welchen die Gallenausscheidung (nach den an Gallenfisteln erhaltenen Resultaten) sowohl in Bezug auf die Menge des gelieferten Secretes als auch der in demselben enthaltenen eigentlichen Gallenbestandtheile unterliegt. Als Grund hierfür darf nach Obigem angenommen werden, dass die Menge der aus den Le-

---

1) Dass in der That bei vielen der Krankheitsprocesse, welche mit einer nicht als Stauungsikterus aufzufassenden Gelbsucht verbunden sind, eine mangelhafte Oxydation der Körperbestandtheile statthabe, beweist, abgesehen von dem Auftreten von Leucin und Tyrosin im Urine solcher Kranken, eine von Schultzen und Riess mitgetheilte (Charité-Annalen Bd. XV) interessante Thatsache. Sie fanden im Urin Phosphorvergifteter und solcher Individuen, die an acuter Leberatrophie zu Grunde gingen, wiederholt peptonartige Substanzen und die leicht oxydirbare Fleischmilchsäure.

berzellen direct in's Blut übertretenden Galle entsprechend den mannigfachen Schwankungen des Blutdrucks in den Lebercapillaren eine sehr verschiedene ist. Unbedeutend ist nach Allem die Menge der Galle, welche ihren Bildungsort, die Leber, nicht durch die Gallengänge, sondern durch die Lebervenen verlässt, keineswegs. Man wird daher entgegengesetzt der von Leyden[1]) geäusserten Ansicht annehmen dürfen, dass im Allgemeinen die von den verschiedenen Autoren für die Grösse der Gallenausscheidung angegebenen Zahlen die Grösse der wirklichen Gallenbildung in der Leber noch nicht erreichen.

Die in vorstehender Arbeit mitgetheilten Experimente wurden grösstentheils im chemischen Laboratorium der neuen Anatomie zu Berlin, dessen Benutzung mir Herr Geheimrath Reichert freundlichst gestattete, ausgeführt.

Dorpat, September 1869.

1) Beiträge zur Pathologie des Ikterus. Berlin 1866.

Die Musculatur der Luftröhre des Menschen.

Von

Dr. Hubert v. Luschka,
Prof. in Tübingen.

(Hierzu Taf. XIV. B.)

Nach einer ziemlich allgemein verbreiteten Annahme geht in die Zusammensetzung der Trachea nur eine solche organische Musculatur ein, deren Bündel in transversalen Zügen zwischen den Enden der Knorpelstreifen angebracht sind. Verhältnissmässig wenige Schriftsteller gedenken auch der Existenz von glatten Längsbündeln, welche von ihnen dann bald für eine regelmässig vorkommende Bildung, bald für ausnahmsweise Bestandtheile erklärt werden. In sehr seltenen Fällen begegnet man aber auch einer quer gestreiften Fleischfaserung, welche von der Nachbarschaft her auf das obere Ende der Luftröhre übergreift, so dass wir also zu Gegenständen besonderer Betrachtung machen müssen:

1. Die **transversalen** Bündel der glatten Musculatur des Luftrohres.

Bei allen Geschöpfen, welche keine ihre Luftröhre ganz umgreifende wahrhaft ringförmige, sondern hinten unterbrochene Knorpelstreifen besitzen, werden die Enden derselben unter sich verbunden durch quer verlaufende organische Muskelbündel, de-

ren Verhältniss zu den Knorpeln sich jedoch nicht immer gleich bleibt. Beim Menschen entspringen die zu dünnen Bündeln vereinigten Fleischfasern mittelst feiner elastischer Sehnchen zwar an der inneren Seite der Knorpelstreifen, jedoch so nahe an den Enden derselben, dass sie für den ersten Blick an diesen selbst zu inseriren scheinen. Sie nehmen im ausgedehnten Zustande der Trachea ungefähr $^1/_5$ von deren Peripherie ein. Ihr Ursprung ist aber keineswegs auf das Perichondrium beschränkt, indem nicht wenige Bündel auch mit dem fibrösen Gewebe zusammenhängen, welches die Trachealringe in longitudinaler Richtung unter sich verbindet. Nur durch enge quere Spältchen, an welchen das Gewebe der hinteren Faserhaut in den submucösen Zellstoff übergeht, sind die Bündel regelmässig von einander geschieden. Sie werden stellenweise aber auch wieder dadurch auseinander geschoben, dass einzelne der in ihrer Mehrzahl der Aussenseite der Musculatur lose aufliegenden Drüsenkörper zwischen Fleischbündeln stärker in die Tiefe dringen.

In der Thierwelt findet die Insertion der transversalen glatten Musculatur in zweierlei einander diametral entgegen gesetzten Weisen statt, indem sie bei den einen Geschöpfen sehr weit auf die Aussenseite, bei anderen auf die Innenseite der Knorpelstreifen übergreift. Wie schon Joh. Friedr. Meckel[1]) erkannt hat, setzen sich bei den Fleischfressern die transversalen Muskelbündel weit an die äussere Seite der Knorpelringe fort, wodurch sie eine bedeutende Länge gewinnen und so fähig werden, durch ihre Contraction die Luftröhre stärker zu verengern. So finde ich z. B. an der Luftröhre des Hundes, dass nahezu die hintere Hälfte der Trachea von ihnen umfasst wird, wobei jederseits etwa $^1/_5$ der Knorpelstreifen, deren freie Enden mehr oder weniger weit von einander abstehen, von aussen her umschlossen wird. Das entgegengesetzte Verhältniss findet bei denjenigen Thieren statt, deren Trachealringe mit ihren hinteren, saumartig verdünnten Enden

1) System der vergleichenden Anatomie. Halle 1833. Theil VI. S. 415.

dachziegelartig übereinander geschoben sind. Beim Pferde z. B. bleibt die Innenseite höchstens der vorderen $^2/_3$ der Knorpelringe von der hier ungemein stark entwickelten transversalen Musculatur frei, weshalb denn auch durch ihre Zusammenziehung vorübergehend eine sehr bedeutende Reduction der Weite des Luftrohres möglich ist.

2. Die longitudinalen Bündel der glatten Musculatur der Luftröhre.

Die Annahme einer gesetzmässigen Existenz von Längsfasern an der Luftröhre mancher Thiere scheint seit langer Zeit gangbar zu sein. Wenigstens bemerkt schon J. Fr. Meckel[1]), dass sich bei Cetaceen keine transversalen Fasern, wohl aber musculöse Längsstreifen finden, welche die Luftröhre in ihrem ganzen Umfange umgeben sollen. Bei Delphinus phocaena, dessen Trachea ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, vermochte ich diese Behauptung nicht zu bestätigen, indem ich an keiner Stelle longitudinale Muskelbündel nachzuweisen im Stande war. Ebensowenig hat sich die Angabe von Friedr. Leyh[2]) bewährt, der es für eine ganz ausgemachte Sache hält, dass an der vorderen Wand der Luftröhre unserer Haussäugethiere longitudinal verlaufende Bündel glatter Musculatur angebracht seien, die sich, von der Schleimhaut bedeckt, auf der inneren Fläche der Knorpelringe von der Cartilago cricoidea an bis an den Theilungswinkel der Trachea erstrecken sollen. Weder beim Pferde, noch bei verschiedenen Wiederkäuern, namentlich dem Rinde und Kamele, aber auch beim Schweine, welche ich speziell mit grösster Umsicht darauf untersucht habe, konnte ich auch nur eine Spur der Berechtigung für jene Behauptung finden, und möchte, wenn dieselbe nicht geradezu aus der Luft gegriffen ist, vermuthen, dass sie auf einer Verwechselung mit stärker ausgeprägten longitudinalen Zügen elastischer Fasern beruhen dürfte. Auf sichere, durch das Mikroskop controlirte

---

1) a. a. O. S. 379.

2) Handbuch der Anatomie der Hausthiere. 2. Auflage. Stuttgart 1859. S. 440.

Untersuchungen sind dagegen die neuesten Angaben von E. Verson[1]) gestützt, welcher longitudinale Muskelbündel jedoch nur an der hinteren weichen Wand der Trachea des Hundes und der Katze nachgewiesen hat.

Beim Menschen sind Längsbündel glatter Musculatur der Trachea zuerst von Cramer[2]) beobachtet worden, welcher von diesen Bestandtheilen der Luftröhre wörtlich Folgendes berichtet hat: „In parte membranacea tracheae et bronchorum maximorum funiculi crassiores fibrarum muscularium stratum glandulosum sequuntur; ubi autem cartilagines inveniuntur, omnino desunt. Eodem modo constructi sunt, quo musculi circulares, sed plurimi eorum multo fortiores et crassiores, ita ut diametrus eorum sit inter 0,023 et 0,031‴. Minus regulariter distributi sunt, quam telae stratorum anteriorum et tum hoc, tum illo loco inveniuntur, tum incuneati inter glandulas, tum ab iis remotiores inter telam conjungentem exteriorem. Semper fere tres vel quatuor in vicinia sunt, majores et minores, semper autem incerta eorum sedes et apud multos omnino deesse videntur homines.“ Ihre Bestätigung fanden Cramer's Angaben durch F. C. Donders[3]), dessen Beobachtungen zufolge an vielen Stellen nach aussen von der queren Muskelschicht noch Längsbündel liegen. Sie bilden eine über $^1/_2$ mm. dicke, aber nicht zusammenhängende Lage, die zwischendurch von elastischen Fasern ersetzt werden soll. Während Donders die Ansicht zu hegen scheint, dass die Längsbündel regelmässige Bestandtheile der Trachea seien, bemerkt dagegen A. Kölliker im zweiten Bande seiner mikroskopischen Anatomie (S. 305) in Uebereinstimmung mit Cramer ausdrücklich, dass sich die Längsmuskeln nicht constant finden und überdies ihre Zahl bald grösser, bald geringer sei. Ihr regelmässiges Vorkommen scheint Verson anzunehmen, wenn er ganz allgemein von der Luftröhre des Menschen sagt, dass ihre longitudinalen Muskelbündel den Absätzen der horizontalen folgen, wobei sie tief an den

1) Beiträge zur Kenntniss des Kehlkopfes und der Trachea. Sitzgsber. d. k. k. Acad. d. Wissensch. Jahrgang 1868.

2) De penitiori pulmonum hominis structura. Berolini 1847.

3) Physiologie des Menschen. Leipzig 1856. Bd. I. S. 346.

bindegewebigen Scheidewänden der letzteren Ursprung und Ende nehmen und von hinten einen oder mehrere Absätze derselben umklammern sollen.

Nach den von mir gemachten Erfahrungen muss ich mich der schon von Cramer ausgesprochenen Ueberzeugung unbedingt anschliessen, dass nämlich bei vielen Menschen die longitudinalen glatten Fleischfasern an der hinteren weichen Wand der Luftröhre gänzlich vermisst werden, überdies in den Fällen, wo sie vorhanden sind, ungemein wechselnde Grade der Ausbildung zeigen. Unter allen Umständen aber stehen die Längsbündel mit den transversalen Muskeln in gar keiner unmittelbaren Berührung, sondern sie sind von denselben durch eine fibröse Lamelle vollständig geschieden, namentlich war ich niemals im Stande, die von Verson geschilderte Weise ihrer Anordnung zu constatiren. Jene fibröse Lamelle, welche die transversalen Muskelbündel sowie grösstentheils auch die zahlreichen acinösen Drüsen verhüllt, hängt in der ganzen Länge der Trachea mit den Enden der Knorpelstreifen innig zusammen. Hauptsächlich aber geht ihr Gewebe von der Mitte des unteren Randes der Platte des Ringknorpels aus in Gestalt eines bandartigen, nach unten ausstrahlenden Streifens, welcher füglich als „Ligamentum crico-tracheale posticum“ bezeichnet werden kann. Dem Laufe der Fasern dieses Bandes, also dem mittleren Bezirke der hinteren Trachealwand folgen die Längsbündel vorzugsweise und weichen nur selten in vereinzelten Zügen lateralwärts ab, um sich an das freie Ende des einen oder des anderen Trachealringes anzuheften. Wenn die longitudinalen Muskeln nur sparsam sind, dann erscheinen sie als spindelförmige Streifchen, deren Enden sich in jener fibrösen Lamelle sehnig verlieren. Nie erzeugen die Längsfasern eine zusammenhängende Schicht, sondern dieselben sind höchstens zu mehreren, lose zusammenhängenden Bündeln gruppirt, deren Ausläufer sich bis in die hintere Wand der Bronchi fortsetzen. In einem zu meiner Wahrnehmung gelangten Falle (vgl. Fig. 1), in welchem diese Längsmusculatur ungemein stark entwickelt war, blieb sie nicht auf die Luftwege beschränkt. Ein Theil der Fasern hat vielmehr auf die

Speiseröhre übergegriffen und sich seiner Längsfaserung beigesellt, also einen wahren, dem Musc. broncho-oesophageus analogen Musc. tracheo-oesophageus dargestellt. Nach aufwärts haben sich diese Bündel in feine elastische Sehnen verloren, welche im Gewebe des Lig. crico-tracheale posticum wurzelten, so dass also davon keine Rede sein kann, dass sie durch unvorsichtige Ablösung der Speiseröhre vom Luftrohre an diesem zufällig hängen gebliebene Theile ihrer Längsfaserschicht gebildet haben. Vor einer solchen Täuschung blieb die Untersuchung schon dadurch bewahrt, dass sie ein seit längerer Zeit in Chromsäure aufbewahrtes Präparat betraf, an welchem alle musculösen Faserzüge eine ungemein deutliche Ausprägung gefunden und eine viel leichtere Isolirung gestattet haben, als sie am ganz frischen, unvorbereiteten Objecte möglich gewesen wäre.

3. Die quergestreifte Musculatur der Luftröhre.

In verhältnissmässig nur seltenen Ausnahmsfällen steht im Dienste der Luftröhre eine eigene willkürliche Musculatur, welche stets blos zum vorderen Umfange ihres oberen Endes herabsteigt. Bisher ist dieser Formation, wie es scheint, wenig Aufmerksamkeit zugewendet worden, indem dieselbe meines Wissens nur durch Wenzel Gruber[1]) eingehende Berücksichtigung gefunden hat. Nach den Erfahrungen dieses Zergliederers kommt der an die Luftröhre sich ansetzende willkürliche Muskel entweder vom Schildknorpel, wobei er einfach oder paarig sein und entweder vor oder hinter dem Isthmus der Schilddrüse herabsteigen kann. Neben diesem relativ häufigeren Musc. thyreo-trachealis wurde von Gruber auch ein Musc. hyo-trachealis beobachtet, welcher vom medialen Ende des grossen Hornes oder auch vom Körper des Zungenbeines ausgegangen und über den Musc. thyreo-hyoideus zum vorderen Umfange der drei oberen Trachealringe herabgestiegen ist.

---

1) Vgl. Archiv für Anatomie, Physiologie etc. Jahrgang 1868. S. 642.

Ich befinde mich in der Lage den wenigen, bisher bekannt gewordenen Fällen von Musc. thyreo-trachealis ein neues Beispiel von exquisiter Schönheit beizufügen. Der Muskel begegnete mir am Laryngo-Trachealcanale einer weiblichen Leiche und bestand aus zwei, grösstentheils völlig getrennten Seitenhälften, welche aber schliesslich so unter sich zusammengeflossen sind, dass der ganze Muskelapparat eine Y-ähnliche Configuration dargeboten hat. Die nur 2 Mm. breiten, platten Seitenhälften des Muskels waren durchaus symmetrisch angeordnet und rahmten das sog. Lig. conoideum gewissermaassen ein, indem sie dem Laufe der medialen Ränder der Musculi crico-thyreoidei folgten, aber von ihnen durch eine enge Spalte vollkommen geschieden waren. Ihr Ursprung fand dicht neben dem oberen Ende des Lig. conoideum nach hinten vom unteren Rande des Schildknorpels statt. Der Zusammenfluss geschah unter sehr spitzem Winkel vor der Mitte des Bogens der Cartilago cricoidea zu einem platten, etwa 1 Cent. langen Streifen, welcher, vom Isthmus der Schilddrüse theilweise bedeckt, über den beiden obersten Trachealringen verlief, um jetzt mit pinselförmig ausstrahlenden Sehnenstreifchen sich in dem Perichondrium der Luftröhre zu verlieren.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Die glatte Musculatur der Luftröhre des Menschen in natürlicher Grösse.

a. a. Cartilago arytaenoidea. b. b. Musc. arytaenoideus rectus s. ary-corniculatus rectus. c. Cartilago cricoidea. d. Musc. crico arytaenoideus posticus. e. Luftröhre. f. Lig. crico-tracheale posticum, theilweise von der transversalen Muskelschicht abgelöst. g. Musculi transversales der Trachea. h. Musculi longitudinales der Trachea. i. Oesophagus. k. Der Längsfaserung des Oesophagus sich beigesellende Bestandtheile der longitudinalen Musculatur der Luftröhre.

Fig. 2. Vordere Ansicht des Kehlkopfs und der Luftröhre.

a. Zungenbein. b. Membrana thyreo-hyoidea. c. Schildknorpel.

d. Ringknorpel. e. Luftröhre. f. f. Musc. crico-thyreoideus. g. Musc. thyreo-trachealis.

Fig. 3. Querdurchschnitt der Luftröhre des Menschen.
a. Knorpelstreif. b. Transversale Musculatur.

Fig. 4. Querdurchschnitt der Luftröhre des Hundes.
a. Knorpelstreif. b. Transversale Musculatur.

Fig. 5. Querdurchschnitt der Luftröhre des Pferdes.
a. Knorpelstreif. b. Transversale Musculatur.

Der Musc. arytaenoideus rectus des menschlichen Stimmorganes.

Von

Dr. Hubert v. Luschka,
Prof. in Tübingen.

Wenn man die über der hinteren Seite der Giessbeckenknorpel liegende Fleischfaserung nach der Richtung ihres Verlaufes daselbst bezeichnen will, dann könnte sie füglich als quere, als schiefe und als gerade Bündel unterschieden werden. Ueber die Beziehung der queren Bündel hat zu keiner Zeit ein Zweifel gewaltet, indem man als Musc. arytaenoideus transversus stets diejenigen Bündel zusammengefasst hat, welche als compacte, die hintere concave Fläche der Cartilagines arytaenoideae vorzugsweise einnehmende Masse die Seitenränder dieser beiden Knorpel untereinander verbindet. Die Musculi arytaenoidei obliqui, welche einander durchkreuzend, schräg hinter den queren Bündeln emporsteigen, hat man früher auch als unter sich gleichwerthige, wesentlich zu dem vorigen Muskel gehörige Bestandtheile gehalten und angenommen, dass sie von der Basis der einen Cartilago arytaenoidea zur Spitze der anderen sich erstrecken, also den queren Muskel in seiner Wirkung zu unterstützen vermögen. Im Verlaufe der Zeit hat man sich jedoch davon überzeugt, dass die sog. Musculi arytaenoidei obliqui Bündel von sehr verschiedener Bedeutung in sich begreifen. Die wenigen Elemente, welche überdies nur ausnahms-

weise vorkommen, verbinden die Basis der einen Cartilago arytaenoidea mit der durch den betreffenden Santorini'schen Knorpel gebildeten Spitze der entgegengesetzten Seite, wonach sie als Musculi ary-corniculati obliqui näher bezeichnet werden müssen. Die meisten anderen schräg verlaufenden Bündel, welche, wenn auch nicht immer, doch sehr gewöhnlich vorhanden sind, überschreiten das Gebiet der Pyramidenknorpel, um ihren Lauf nach verschiedenen Richtungen fortzusetzen. Die einen Bündel steigen schräg durch die Plica ary-epiglottica der entgegengesetzten Seite empor, um theilweise sich am Rande des Knorpels der Pars occulta des Kehldeckels zu verlieren, wornach sie als Musc. ary-epiglotticus bezeichnet zu werden pflegen, andererseits bis zur elastischen Grundlage der Plica pharyngo-epiglottica in die Höhe zu dringen, wo sie ihr Punctum fixum zu haben scheinen. Etliche bald mehr, bald weniger stark entwickelte schräge Bündel überschreiten den lateralen Rand des entgegengesetzten Giessbeckenknorpels, um sich der Faserung des Musc. thyreo-arytaenoideus beizugesellen, also vorn, am Winkel des Schildknorpels ihr Ende zu finden. Sie stellen eine, schon Dominico Santorini wohl bekannt gewesene Bildung dar, welcher sie unter den Namen „Musc. thyreo-arytaenoideus obliquus“ in die Literatur eingeführt hat.

Während die genannten sowohl queren als schiefen Fleischbündel Bestandtheile beider Seiten des Kehlkopfes unter sich in Verbindung setzen, kommt am hinteren Umfange eines jeden Giessbeckenknorpels, wenn nicht regelmässig, doch sehr gewöhnlich auch noch ein Muskel vor, welcher je auf eine Seite beschränkt ist. Insofern der Muskel im Wesentlichen der Längenrichtung jenes Knorpels folgt, überdies fast in ganzer Ausdehnung dicht an seine concave Seite geknüpft ist, könnte er füglich Musc. arytaenoideus rectus genannt werden.

Der gerade Giessbeckenknorpel-Muskel hat eine sehr verborgene Lage, indem er vom Arytaenoideus transversus beinahe vollkommen bedeckt, von ihm jedoch durch eine Zellstoffschichte deutlich abgegrenzt ist. Der kleine, platte, annähernd dreieckige, unten breite, oben spitz auslaufende Mus-

kel beginnt gewöhnlich an der concaven Fläche des Giessbeckenknorpels mit einigen gespreizten, von innen nach aussen häufig deutlich terrassenförmig aufsteigenden Zacken, so dass der laterale, ein wenig nach innen ansteigende Rand viel kürzer ausfällt, als der mediale, welcher in nahezu verticaler Richtung fast in der ganzen Höhe der Grenze zwischen hinterer und innerer Fläche des Pyramidenknorpels emporzieht, ohne nach unten jemals die Platte der Cartilago cricoidea zu erreichen (Vgl. Fig. 1 b der Tafel zum vorigen Aufsatze.)

In der Nähe des oberen Endes der Cartilago arytaenoidea geht der kleine Muskel in eine kurze platte Sehne über, welche sich in das Perichondrium der unteren concaven Seite des Santorini'schen Knorpels und in das Gewebe verliert, welches diesen mit der Cartilago arytaenoidea verbindet. Nach seinen hauptsächlichen räumlichen Beziehungen kann der Muskel sehr präcis als „Ary-corniculatus rectus", seiner Wirkung nach aber als „Depressor cartilaginis Santorini" bezeichnet werden.

Soweit meine literarischen Nachforschungen reichen, ist der Musc. ary-corniculatus rectus bis jetzt unbekannt geblieben. Jedenfalls hat er nichts mit dem Fleischbündel gemein, das nach C. Th. Tourtual[1]) ausnahmsweise vom oberen Rande der Platte des Ringknorpels entspringt und hinter den Musculi arytaen. obliqui zur Dorsalfläche eines Santorini'schen Knorpels aufwärts zieht. Mir erscheint ein solches Bündel nicht als eigenthümliche Formation, sondern als Varietät, welche als abirrendes Bündel der sonst schiefen Faserung zu deuten sein möchte.

1) Neue Untersuchungen über den Bau des menschlichen Schlund- und Kehlkopfes. Leipzig 1846. S. 105.

Ueber das Remak'sche Sinnesblatt.

Von

Dr. W. Dönitz.

(Hierzu Taf. XV.)

Die Lehre vom Sinnesblatt lastet wie ein Alp auf allen neueren Arbeiten über die Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere. Ungeprüft wurde sie angenommen, traditionell wird sie weiter geführt, Niemand wagt nach ihrer Berechtigung zu fragen. Um den vollen Umfang des Unheiles zu verstehen, das diese Lehre angerichtet hat, ist es nöthig, einen Blick auf den Gang ihrer Entwickelung und der von ihr beeinflussten Histologie zu werfen.

Nachdem Reichert[1]) am Froschei nachgewiesen hatte, dass der zum Embryo sich umwandelnde Dotter zunächst an seiner Oberfläche eine Hülle ausbildet, welche mit Rücksicht auf eine ihrer wichtigsten Functionen „Umhüllungshaut" genannt wurde, trat Remak[2]) mit der Behauptung hervor, dass das obere Keimblatt zugleich Anlage des Centralnervensystems und der gesammten Oberhautgebilde sei. Er nannte es deshalb Sinnesblatt und schied es in einen centralen Theil,

1) K. B. Reichert. Das Entwicklungsleben im Wirbelthierreich. Berlin 1840. S. 10.

2) Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Academie der Wissenschaften zu Berlin. 1848. S. 362.

die Medullarplatte, und einen peripherischen, das Hornblatt. Den anfänglich räthselhaft erscheinenden Zusammenhang zweier so heterogener Gebilde wie des Centralnervensystems und der Oberhautgebilde glaubt er mit folgendem Satze erklären zu können[1]): „Nachdem das obere Keimblatt dem Medullarrohre, dem Sammelpunkt aller Empfindungen, die Entstehung gegeben, betheiligt es sich an der Bildung sämmtlicher Sinneswerkzeuge", das heisst, ausser dem Augapfel, dem Ohrlabyrinth, den Riech- und Geschmackshöhlen auch an den Tast- und Gefühlswerkzeugen, nemlich der äusseren Haut und ihren Hilfsorganen, den Hautdrüsen. Ja, die Hautdrüsen lässt Remak sogar in durchaus selbständiger Weise vom Hornblatt gebildet werden, wenn er sagt, dass er bei Schweinsembryonen ermittelt habe, „dass die Talgdrüsen aus den schlauchförmigen Haarkeimen hervorwachsen, welche ihrerseits Producte der tieferen, pigmentirten Schicht des Hornblattes sind." Ganz unberücksichtigt bleibt in dieser Darstellung der Antheil, welchen die Anlage der Cutis an der Bildung der Drüsen und Papillen nimmt und nothwendigerweise nehmen muss.

Diese Remak'sche Lehre wurde zum Ausgangspunkt für eine ganze Reihe von Arbeiten, deren Tendenz nach zwei Richtungen ging. Einmal sollte die Selbständigkeit des Hornblattes bei seinen histologischen Umwandlungen genauer festgestellt werden; dann aber galt es, den behaupteten Zusammenhang zwischen Centralnervensystem und Oberhautgebilden histologisch nachzuweisen.

Arbeiten der ersten Art behandeln die Entwickelung der Haare, Zähne u. s. w. In allen Fällen lässt man im Anschluss an Remak's erwähnte Darstellung einen Fortsatz der Epithelschicht in das subepitheliale Gewebe wie einen Keil eindringen und das entgegenstehende Bindegewebe auseinandertreiben. Weshalb aber die so weiche Zellschicht des Rete Malpighi bei ihrem Wachsthum nicht, wie sonst überall, die älteren Epithellagen in die Höhe hebt, sondern gerade umgekehrt nach der

---

1) Bericht über die Verhandlungen der Kgl. preuss. Academie der Wissenschaft. zu Berlin. 1851. S. 25.

Richtung hin wächst, wo ihr der grösste Widerstand entgegengesetzt wird, diese sich ganz natürlich aufdrängende Frage wird ausser Acht gelassen, weil man sich damit begnügt, eine scheinbar sehr einfache Auffassungsweise in die Naturanschauung hineingebracht zu haben. Nur wenige Arbeiten machen hiervon eine rühmliche Ausnahme, indem sie dem Substrat des Epitheliums einen activen Antheil bei der Entwickelung der secundären Hautgebilde zuerkennen. Hierher gehört z. B. die von Dursy[1]) gegebene Darstellung der Entwickelung der Zähne, welcher zufolge das Schleimhautsubstrat, wie schon Markusen angiebt, sich unter der Form zweier Wälle erhebt, welche die angeblich zuerst von Goodsir gesehene Furche bilden, in welcher dann die weiteren Zahnanlagen sich entwickeln.

Die nach der anderen Richtung hinzielenden Arbeiten wurden genau in der Reihenfolge in Angriff genommen, wie Remak sie aufgestellt hatte. Es wurden das Auge, das Ohrlabyrinth, die Nasenhöhlen, die Mundhöhle und die äussere Haut nach einander der Untersuchung unterworfen, welche darauf hinausging, einen Zusammenhang zwischen Epithelialgebilden und Nerven aufzufinden und somit die histologischen Verhältnisse des fertigen Körpers als neuen Beweis für die Zusammengehörigkeit des Horn- und Medullarblattes heranzuziehen, ein Verfahren, bei dem man sich eben im Kreise herumdrehte.

Die Untersuchungen über das Auge und speciell über die Retina gehören indess gar nicht in diese Reihe, da die Netzhaut ihrer Entwicklung nach als abgeschnürter Theil der Gehirnanlage selbst aufzufassen ist. Man würde demnach einen etwanigen Zusammenhang der Ganglienkörper der Retina mit Zapfen und Stäbchen, der ausserdem ja von W. Krause mit gewichtigen Gründen bestritten wird, durchaus nicht in Parallele stellen können z. B. mit dem von A. Key behaupteten Zusammenhang zwischen Nervenfasern und den sogenannten Geschmackszellen, da letztere Epithelialgebilde sind. Das Auge,

---

1) Dursy. Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfes des Menschen u. s. w. Tübingen 1869. S. 211 ff.

wie überhaupt die höheren Sinnesorgane, nehmen eine so exceptionelle Stellung ein, dass die an demselben gewonnenen Resultate nicht ohne weiteres auf die übrigen Sinnesorgane übertragen werden dürfen. Man hat letztere ja auch einer besonderen Prüfung unterzogen und den Zusammenhang gefunden. Dass man aber den directen Uebergang von Nervenfasern in Epithelialgebilde geradezu suche, hat man in neuerer Zeit damit ausgesprochen, dass man ihn für ein physiologisches Postulat erklärte, während man in den ersten nach dieser Richtung hin unternommenen Arbeiten derartige Ideen nur höchst schüchtern anzudeuten wagte.

Die Früchte dieser Bestrebungen liegen vor uns, als Riechzellen, Geschmacksbecher, Knospen, Glocken, Gabeln und ähnliches, sei es nun, dass man die Nerven in epithelioide Zellen oder in Gebilde ganz eigner Art übergehen lässt.

Ein solcher Wust der heterogensten Ansichten konnte nur dadurch zu Stande kommen, dass man auf Grund vorgefasster Meinungen bei der Beurtheilung von Praeparaten, die mit Hilfe unserer, immerhin noch unzureichenden Methoden dargestellt waren, jede Spur von Kritik ausser Acht liess. Eine Einigung dürfte unter so bewandten Verhältnissen, wo jeder neue Forscher seine eigenen Wege geht und neue, eigenthümliche Ansichten aufstellt, die sich mit den bisherigen Kenntnissen nicht vereinigen lassen, doch wohl als Ding der Unmöglichkeit zu betrachten sein. Um hier zu einiger Klarheit zu gelangen, ist es durchaus nothwendig, auf den Grundgedanken aller dieser Ansichten zurückzugehen und die Remak'sche Lehre vom Sinnesblatt einer sorgfältigen Prüfung zu unterwerfen.

Das lehrreichste und bequem zu handhabende Object für derartige embryologische Untersuchungen bleibt immer der leicht zu beschaffende Froschlaich. In Gegenden, wo der Laich anderer Batrachier leicht zu haben ist, wird dieser mit demselben Erfolge anzuwenden sein.

Die bei der Furchung eintretenden Erscheinungen sind hinreichend oft mit genügender Genauigkeit beschrieben worden, so dass ich nichts von Bedeutung hinzuzufügen habe. Nur eine Streitfrage muss ich berühren: Besitzen die Furchungskugeln

Membranen oder nicht? Während vor nicht gar langer Zeit Niemand an der Anwesenheit der Membran zweifelte, wurde sie von M. Schultze[1]) in Abrede gestellt, ohne dass ausreichende Gründe für diese Ansicht beigebracht wurden. M. Schultze verlangt, dass man eine Membran „auf noch ganz anderem Wege als durch die von Remak gebrauchten, plötzlich wirkenden Erhärtungsmittel" müsste nachweisen können. Dieser Nachweis war aber schon 20 Jahre vorher von Reichert und du Bois-Reymond[2]) geführt worden und wurde von Ersterem sofort mit Nachdruck wieder hervorgehoben, unter Hinweis auf den schon von v. Baer beobachteten Faltenkranz. M. Schultze fährt dann fort, dass die von Körnchen freie, also hyaline Grenzschicht des Dotters den Anschein einer Membran hervorrufen könne und er zieht zum Vergleich die Amoeben heran. — Mit dem blossen Vorwurf aber, eine Rindenschicht für eine Membran gehalten zu haben, sind indessen Remak's auf sorgfältigem Naturstudium beruhenden, gewissenhaft abgewogenen Gründe nichts weniger als widerlegt, während die Behauptung einer von Körnchen freien Grenzschicht den Thatsachen keineswegs entspricht. Die Körnchen, seien es Dotter- oder Pigmentkörnchen, reichen im Gegentheil so sehr bis an die äusserste Peripherie der Furchungskugeln, dass, wenn die Dotterhaut von diesen abblättert, sie durch einzelne Felder von Dotterkörnchen oder Pigment wie getüpfelt erscheint (Fig. 3. P.), indem eine äusserst dünne Grenzschicht der Zellen an der Dotterhaut sitzen geblieben ist. An den Zellen selbst erkennt man kaum, weder bei Flächenansichten, noch, was sicherer ist, auf dem Querschnitt, dass sie ihrer Grenzschicht verlustig gegangen sind (Die Dotterhaut selbst ist ungefärbt, nicht aber am dunklen Pole bräunlich, wie Remak angiebt, der sich wahrscheinlich durch etwas Pigment, dass er nicht völlig herunterspülen konnte, täuschen liess. Die dunkle Fär-

1) M. Schultze. Ueber Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe. Reich. u. du Bois-Reym. Arch. 1861. S. 10.

2) Reichert. Ueber den Furchungsprocess der Batrachiereier. Müller's Arch. 1841. S. 534 u. 536.

bung am gefurchten Ei rührt einzig nnd allein von Pigment her, welches sich hauptsächlich in den peripherischen Zellen, und selbst hier wieder in der peripherischen Hälfte anhäuft; ein Verhalten, das vorzüglich schön an feinen Querschnitten zu Tage tritt.). — Gehen wir aber auf M. Schultze's Vergleich der Zellen mit Amoeben ein, so liegt es auf der Hand, dass dieser nicht zu halten ist. Hat doch neuerdings wieder Claparède[1]) eine Darstellung des Baues der Amoeben gegeben (welche ich in allen Punkten bestätigen kann), woraus erhellt, dass diese Organismen eine contractile, die pulsirenden Blasen enthaltende Rindenschicht besitzen, welche nicht der geringste Grund vorliegt mit der Zellenmembran in Parallele zu stellen. — Schliesslich ist es ein leichtes, aus ziemlich frühen Stadien der Furchung mikroskopische Schnitte von erhärteten Froscheiern herzustellen, an welchen die Membran einer jeden Zelle in die Augen springt. Den voraufgehenden Furchungskugeln aber die Membran abzusprechen, liegt nicht die geringste Veranlassung vor. Es lässt sich im Gegentheil das Zurückweichen der ersten Furchungskugel von der Dotterhaut, das Zerfallen in zwei isolirt neben einander liegende Furchungskugeln, der dabei auftretende Faltenkranz u. s. w. nur dann verstehen, wenn man eine mit den neuen Zellen zugleich sich bildende und ihnen zugehörige Membran annimmt. Nach alledem wird man also im Gegensatz zu M. Schultze gezwungen sein, an allen beim Furchungsprozess sich bildenden Zellen eine Membran anzunehmen, mit allen Consequenzen, welche eine solche Anschauungsweise für die ganze Zellentheorie nach sich zieht, und unbekümmert um die zur Zeit in der Wissenschaft herrschende Strömung; war es doch eine Zeit lang Modesache, auf nichtssagende Gründe hin den rothen Blutkörperchen die Membran abzusprechen, auf die man jetzt allmählich wieder zurückkommt.

Folgen wir nun den Angaben v. Baer's und Remak's über die inneren Vorgänge bei der Furchung, so bildet sich sehr frühzeitig eine Höhle zwischen den Furchungskugeln, die sogenannte Furchungs- oder Keimhöhle. Es ist mir fraglich ge-

---

1) Claparède. Études sur les Infusoires etc. Genève 1869.

worden, ob diese Höhle schon am frischen Ei besteht. Dass sie bei vielen Thieren, z. B. Säugethieren und Entozoën, deren Eier während des Furchungsprocesses mit dem Mikroskop bis in alle Einzelheiten hinein durchmustert werden können, eben nicht vorhanden ist, ist hinlänglich bekannt. Um sie bei Batrachiern zur Anschauung zu bringen, erhärtet man die Eier, am besten in der von Remak angegebenen Mischung von Alkohol, Kupfervitriol und Holzessig, und bereitet sie dann nach der Stricker'schen Methode zum Schneiden vor. Halbiren der Eier vor dem Entwässern ist nicht immer nöthig. Zum Einschmelzen dient das äusserst leicht schmelzbare Walrath, Paraffin oder ähnliches. Glycerin- und Leimmischungen habe ich für diese Objecte nicht zweckmässig gefunden. Wenn man vor dem Schneiden das Messer stark mit Terpenthinspiritus anfeuchtet, so kann man die Eier in eine grosse Anzahl feiner Schnittchen zerlegen und diese der Reihe nach auf den Objectträger bringen, ohne dass ein einziges verloren geht. Wählt man nun Eier nicht gerade aus den ersten Furchungsstadien, so findet man gewöhnlich an keinem einzigen Querschnitt auch nur eine Spur einer Höhle, während eine solche in früheren Stadien allerdings öfter vorkommt. Es wird sich dies so erklären, dass, wenn erst wenige Furchungskugeln vorhanden sind, die zuerst in der Flüssigkeit erhärtenden äusseren Schichten derselben sich fest aneinander legen und gegenseitig halten, so dass sie beim weiteren Einwirken der die Zellen zur Schrumpfung bringenden Reagentien ein centripetales Zusammensinken verhindern. Die nothwendige Folge wird sein, dass die vorher im Centrum des Eies einander berührenden Spitzen der grossen Furchungszellen von einander loslassen und dadurch einer Höhle Entstehung geben. Wählt man dagegen Eier aus einem vorgerückteren Stadium, so wird die äussere Schicht nicht so gleichmässig erhärten können, denn an dem einen Pol sind die Zellen 6—10 Mal und darüber kleiner als am anderen (Fig. 1). Auch wird die sehr grosse Zahl der noch recht weichen Zellen eine leichte Verschiebbarkeit begünstigen, so dass unter dem Einfluss der schrumpfenden Reagentien ein Zusammensinken gegen das Centrum hin eintritt, während die Hohlraumbildung

ausbleibt. Auch zeigen die Präparate häufig sehr deutlich, dass die Zellen sich unter einem äusseren Drucke verschoben und aneinander gepresst haben; und dass die Reagentien beim Erhärten in der That eine schrumpfende Wirkung ausüben, das zeigen in sehr lehrreicher Weise die nie ausbleibenden Faltungen der Dotterhaut.

Wenn es sonach den Anschein hat, dass die Keimhöhle erst während der Präparation entsteht, so gewinnt diess dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass die Höhle bei der Entwickelung des Eies nicht die geringste Verwerthung findet. Es ist ja nicht zu leugnen, dass bei der Entwickelung des Wirbelthierkörpers vielfach temporäre Gebilde auftreten, seien es Organe oder Hohlräume; diese aber haben unter allen Umständen eine deutlich zu erkennende Function zu verrichten. Wird später diese Function von einem anderen Gebilde übernommen, so geht das erste zu Grunde, seine Rolle ist ausgespielt. Welches soll aber die Bedeutung der fraglichen Höhle sein? Vergänglich ist sie, denn wenige Stunden später lässt sie sich nicht mehr darstellen. Ihre Abstammung vom Keimbläschen hat schon Remak widerlegt. Zur Aufnahme von Excretionsflüssigkeit kann sie nicht dienen, denn gerade bei der Bildung der ersten Furchungskugeln wird das abfallende flüssige Excret nach aussen hin abgesondert, wie es das Zurückweichen der ersten Furchungskugel von der Dotterhaut beweist. Genug, die Keimhöhle hat weder eine bleibende Function mit Rücksicht auf das Ei zu vollziehen, noch findet sie Verwerthung beim Aufbau des Wirbelthierleibes. Es liegt demnach für ihr Vorhandensein keine innere Nothwendigkeit vor, und es bleibt nichts übrig, als sie für ein Kunstproduct zu halten.

Von wesentlicherer Bedeutung dagegen ist ein anderer Hohlraum, welcher erst erscheint, sobald die erste Anlage des Organismus, die Umhüllungshaut, sich zu bilden beginnt. Wenn nemlich durch die wiederholten Theilungen die Zellen am dunklen Eipol so klein geworden sind, dass das Ei bei hell auffallendem Licht irisirt, dann verlieren die an der Peripherie gelegenen Zellen ihre unregelmässig polyedrische Form, indem sie die eines Prisma's annehmen, dessen eine Basis der Dotterhaut

anliegt (Fig. 2. U.). Sie stehen also wie kurze Palisaden neben einander und zeichnen sich besonders dadurch aus, dass sie stark pigmentirt sind. Das Pigment ist, wie schon erwähnt, vorzüglich reichlich in der peripherischen Hälfte der Zellen angehäuft (Fig. 7. U.).

Die unter dieser äusseren Lage befindlichen Zellen behalten ihre unregelmässige Gestalt und schwächere Pigmentirung bei. Ihr Zusammenhang ist ein so loser, dass es zur Bildung eines Hohlraumes mit unregelmässigen Begrenzungen kommt, indem sich immer mehr und mehr Flüssigkeit einfindet, welche die schon gelockerten Zellen auseinandertreibt (Fig. 2. S.). Die Flächenausbreitung der Höhle ist äusserlich an einem kreisförmigen, sich durch eine seichte, unregelmässige Furche absetzenden Schilde am dunklen Eipol zu erkennen. Indem der Schild nach der einen Seite sich bis zum Rande der Umhüllungshaut, bis zum sogenannten Nabel des Eies hin vergrössert, zeigt er die zunehmende Ausdehnung des Hohlraumes an, der als provisorische Excretionshöhle (Reichert) anzusehen ist. Die verschiedensten Gründe sprechen dafür.

Vor allen Dingen ist zu betonen, dass ein analoger Hohlraum bei allen Klassen von Wirbelthieren vorkommt. Bei Eiern, welche mit Nahrungsdotter versehen sind, liegt er zwischen diesem und dem Bildungsdotter, indem letzterer selbst nur eine dünne Membran darstellt. Hier liegt es auf der Hand, dass diese Höhle das bei der Differenzirung der Zellen zu den Organanlagen gelieferte und in flüssiger Form ausgeschiedene Excret aufnimmt. Bei Eiern mit totaler Furchung kann dieser Raum sowohl an der Rücken- wie an der Bauchseite der embryonalen Anlage auftreten und muss demnach, wie Reichert[1]) nachgewiesen, als Excretionshöhle betrachtet werden. Seine Bedeutung ist nur eine vorübergehende, da er nach kurzem Bestande vergeht, wie das auch neuerdings wieder von Götte[2]) nachgewiesen worden ist.

---

1) Reichert. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Meerschweinchens. 1862. S. 191, Anmerk. 2.

2) Götte. Untersuchungen über die Entwicklung des Bombinator igneus. M. Schultze's Archiv V. 1. 1869.

Lassen wir aber endlich die Hohlräume, die von den Anhängern Remak's viel zu sehr in den Vordergrund gedrängt worden sind, und gehen wir, was wichtiger ist, zu ihren festen Wandungen über. Die zuerst auftretende embryonale Anlage kommt, wie erwähnt, dadurch zu Stande, dass zunächst am dunklen Pole die äusserste Schicht der Zellen regelmässige Gestalt und Lagerung annimmt. Dieser Umwandlungsprocess der Furchungszellen in die Formelemente einer Membran, der Reichert'schen Umhüllungshaut, schreitet immer weiter fort, bis die dunkle Haut das ganze Ei eingehüllt hat. Nach der einen Richtung hin scheint die Bildung der Umhüllungshaut mit grösserer Energie zu erfolgen, als nach den anderen Seiten, denn hier erkennt man bei der Oberflächenansicht des Eies immer eine ziemlich scharfe Grenze, während im Uebrigen die Umhüllungshaut mit verwaschenen Rändern in den Rest der noch weisslich erscheinenden, oberflächlich gelegenen Furchungszellen übergeht. Dieser scharf gezeichnete Rand entspricht dem späteren hinteren Ende des Embryo's (Fig. 5. H.). Sobald nun die Membran ungefähr drei Viertel der Oberfläche eingenommen hat, zeigt sich der vordere Rand der Umhüllungshaut ebenfalls schärfer begrenzt, wenn auch nicht in dem Maasse auffallend gegen die weissen Furchungskugeln abstechend, wie die hintere Grenze (Fig. 3. V.). Beide Ränder, sowie die sie verbindenden, mehr verwaschen erscheinenden, nähern sich einander mehr und mehr, bis der letzte Rest der bisher an der Oberfläche noch sichtbaren weissen Furchungskugeln verschwunden ist.

An Durchschnitten aus diesem Stadium erscheint öfter sowohl der vordere wie der hintere Rand der Umhüllungshaut durch eine kleine Kerbe gegen die weissen oder farblosen Furchungszellen abgesetzt. Da aber die beiden Furchen, welchen die erwähnten Kerben auf dem Querschnitt entsprechen, fortwährend ihre Lage ändern, so können diese nur dadurch zu Stande kommen, dass die zunächst an die Umhüllungshaut grenzenden Furchungskugeln ziemlich plötzlich in kleinere, pigmentirte Zellen zerfallen, welche sich unmittelbar an die Umhüllungshaut anschliessen; ein Vorgang, welcher, man möchte fast sagen nothwendigerweise zur Bildung einer kleinen Vertiefung

zwischen diesen neugebildeten Zellen und denjenigen Furchungskugeln führt, welche erst demnächst dieselbe Umwandlung erleiden sollen.

Die beschriebenen Erscheinungen geben in ihrer Einfachheit ein höchst lehrreiches Beispiel für das, was man Differenzirung nennt. Vorhandenes indifferentes Zellenmaterial wandelt sich in ein Gebilde um, welches sich in so charakteristischer Weise von dem Rest der Furchungszellen unterscheidet, dass man es ohne Weiteres für ein selbständiges Organ erklären muss. Im gegebenen Falle sind die umgewandelten Zellen kleiner als ihre Mutterzellen, sie nehmen Pigment auf und regelmässige Gestalt an. Auf diese Weise wird ein den Primitivorganen homologes Gebilde, die Umhüllungshaut, angelegt; und der Vorgang, welcher dies zu Wege bringt, wird daher als organologischer Differenzirungsprocess aufzufassen sein. Dabei ist wohl zu beachten, dass die Umhüllungshaut nicht plötzlich, als etwas Ganzes in die Erscheinung tritt, sondern dass der Vorgang ein allmählicher ist, indem eine Furchungszelle nach der andern sich den schon vorhandenen Zellen der Umhüllungshaut anschliesst.

Eine Umhüllungshaut ist kürzlich auch von Rieneck[1]) am Forellenei nachgewiesen worden; wenigstens zeichnet sie der Verfasser in ganz unverkennbarer Weise und sagt in der Beschreibung, dass „die oberflächlichste Lage von Zellen schon zu einer Schicht angeordnet ist, so dass man im Sinne Reichert's von einer fertigen Umhüllungsschicht sprechen könnte." Ich füge hinzu, dass man dies nicht sowohl könnte als vielmehr es thun muss. Es ist eben ausser diesem wohl differenzirten Gebilde keine weitere Anlage vorhanden, und somit kein Grund abzusehen, weshalb man sich noch länger gegen die Annahme der Umhüllungshaut sträuben sollte, die doch Remak selbst in letzter Zeit hatte acceptiren müssen.

Die oben gegebene Darstellung der ersten Entwicklungsvorgänge am Froschei weicht wesentlich von derjenigen ab,

---

1) Rieneck. Ueber die Schichtung des Forellenkeimes. M. Schultze's Archiv. V. S. 359 f. 1869.

welche letzthin Götte für Bombinator igneus veröffentlicht hat. Götte lässt die Decke der Excretionshöhle von vorn herein aus mehreren Schichten von Zellen bestehen und den Rand der differenzirten Schichten sich einstülpen und dadurch das mittlere Keimblatt und das Darmdrüsenblatt erzeugen. Der principielle Unterschied zwischen der einen und der anderen Darstellung liegt darin, dass Götte den Rand der Umhüllungshaut selbst weiter wachsen lässt, während nach meinen Beobachtungen die Vergrösserung durch neu sich anlagernde Zellen geschieht. Mit einem Worte, Götte hat den Vorgang als Wachsthum, ich als Differenzirung aufgefasst.

Wie sich dieses Verhältniss bei Eiern mit Nahrungsdotter gestaltet, wo die Umhüllungshaut den letzteren selbständig umwächst, vermag ich nicht anzugeben. Bei Vogeleiern könnte man daran denken, dass die Vergrösserung der Umhüllungshaut auf Kosten der peripherischen Schicht weissen Dotters geschieht, welche den gelben Nahrungsdotter umgiebt. In diesem Falle würde der Process wieder auf eine Differenzirung hinauskommen. Das Verhalten bei Fischeiern, wo man eine solche Schicht nicht kennt, würde demnach als offene Frage zu betrachten sein.

Auch mit Götte's Ausspruch, dass die Rusconi'sche Spalte die Darmhöhle sei, kann ich mich nicht einverstanden erklären. Aus meinen Präparaten habe ich in dieser Beziehung folgendes entnehmen müssen. Zu einer Zeit, wo die Umhüllungshaut das Ei noch nicht vollständig umgiebt, wo man also am unteren Pol noch einen weissen Nabel sieht, entwickelt sich ziemlich reichliches Pigment in denjenigen Zellen, welche der inneren Fläche des Randes der Umhüllungshaut anliegen (Fig. 5. F*.). Da diese Zellen auch kleiner als die übrigen, mehr central gelegenen Furchungszellen sind, und sich nicht selten in zwei und mehr Schichten sondern, so gewinnt es allerdings an manchen Präparaten den Anschein, als ob man es hier entweder mit einer Differenzirung oder mit einer Einstülpung zu thun habe Wenn nun noch, wie es öfter vorkommt, diese Zellenschichten sich bei der Präparation vom Dotterrest lostrennen, so kann in der That der Beobachter veranlasst werden, eine Einstülpung anzunehmen, welche einem Spalt, der späteren

Darmhöhle, Entstehung giebt. Die Beobachtung der folgenden Stadien macht indessen diese Annahme zu Schanden. Wenn nemlich die Umhüllungshaut sich vollständig geschlossen hat, und die Anlagen des Centralnervensystems, des Wirbel- und des Hautsystems am oberen Pole sich differenzirt haben, dann erkennt man von diesem Spalt gar nichts mehr. Der scheinbare, aus mehreren Zellschichten bestehende Wulst, der am Rande der Umhüllungshaut gelegen war, ist verschwunden, und es bleibt an der Bauchseite wieder nur eine einzige differenzirte Zellenlage, die Umhüllungshaut, zurück. Die daran grenzenden Dotterzellen, klein wie sie sind, erscheinen nicht mehr geschichtet und gehen, sowohl was Grösse wie auch Pigmentirung betrifft, ganz allmählich in die centralen Furchungszellen über. Den besten Beweis aber dafür, dass das Darmepithel nicht durch Einstülpung der peripherischen Eischichten angelegt wird, liefern die das Darmlumen begrenzenden Zellen selbst. Auf dem Querschnitt (Fig. 3. E.) erscheinen sie sehr viel grösser, als die Zellen der Hautschichten und enthalten im Gegensatze zu diesen fast gar kein Pigment. Dagegen sind sie noch reichlich mit grossen Dotterplättchen angefüllt, während diejenigen Zellen, von denen Götte das Cylinderepithel ableitet, bei ihrer Kleinheit auch schon recht kleine Dotterplättchen führen.

Unmittelbar nachdem am oberen Eipole sich das Centralnervensystem, das Wirbel- und Hautsystem sowie das Cylinderepithel des Darmcanales gebildet haben, schreitet die Differenzirung weiter nach unten fort, und nun endlich findet man hier drei distincte Schichten: Umhüllungshaut, Hautsystem, Wirbelsystem (Fig. 3. U. C. W.). Das unmittelbar sich anschliessende Auftreten der Anlage des Schwanzes erklärt nun auch, weshalb gerade am hinteren Rande der Umhüllungshaut sich ein so reges Leben in den Dotterzellen zeigte, dass es zur Bildung eines aus kleinen Zellen bestehenden Randwulstes kam. Es wurde hier eben das Material für die Schwanzanlage gebildet. Man sieht, dass diejenigen Zellschichten, deren Auftreten zur Einstülpungstheorie geführt hat, keine organologisch differenzirten Gebilde sind, sondern dass sie noch als Furchungszellen aufgefasst werden müssen. Der ganze Vorgang läuft darauf hinaus, dass die

weiteren Differenzirungen damit eingeleitet werden. Vorher nemlich grenzten ja an die Umhüllungshaut Dotterzellen, deren beträchtliche Grösse es zu bedingen scheint, dass sie nicht direct Bildungsmaterial für die Primitivorgane abgeben, sondern dass erst ein vorbereitender Zerfall in kleinere Zellen nöthig ist, um so mehr, als jetzt zu gleicher Zeit zwei Schichten auftreten, Hautsystem und Wirbelsystem.

Der eben vom hinteren Eiende geschilderte Vorgang tritt auch, wenngleich weniger ausgeprägt, am vorderen Rande der Umhüllungshaut ein und kann auch hier Veranlassung zur Bildung eines spaltförmigen Hohlraumes werden, den Remak für die Anlage des Darmcanales genommen hat (a. a. O. Taf. XII. Fig. 2—6, x.), und den Götte zeichnet, ohne ein bleibendes Gebilde daraus herzuleiten. Da dieser Spalt aber ein vollständiges Analogon des hinteren vorstellt, so spricht die grösste Wahrscheinlichkeit dafür, dass, wenn der vordere Spalt nichts zu bedeuten hat, auch dem hinteren keine Bedeutung beigemessen werden kann, dass er nichts weiter ist als eine Folge der durch die Erhärtung bewirkten Ablösung der äusseren kleinzelligen Schichten von den centralen grossen Dotterzellen.

Ich komme somit zu dem Schluss, dass die äusserste, differenzirte Zellschicht, die Umhüllungshaut, sich nicht einstülpt, um die Decke der Darmhöhle zu bilden. Die Darmhöhle entsteht vielmehr mitten im weissen Dotter. Unmittelbar nemlich unter der Anlage des Wirbelsystems liegt, wie es auch Götte abbildet[1]), eine einzellige Schicht ziemlich grosser Dotterzellen, und unter dieser ein Hohlraum, welcher sich von der oben beschriebenen Excretionshöhle dadurch unterscheidet, dass seine Wandungen aus regelmässig gelagerten, unter einander gleich grossen Zellen bestehen (Fig. 7. E., Fig. 3. E.), während die Excretionshöhle, wie wir sahen, durchaus unregelmässige Wände zeigte (Fig. 2. S.). Dieser Hohlraum geht nachweislich in die Darmhöhle über. Die Communication desselben mit der Aussenwelt kann sowohl am vorderen wie am hinteren Ende nur in Folge einer Resorption herbeigeführt werden, da eine ursprüng-

---

1) a. a. O. Fig. 11 u. A.

liche Oeffnung, wie ich gezeigt zu haben glaube, nicht vorhanden ist. Ob das Lumen der Darmanlage aus der Excretionshöhle hervorgeht oder selbständig neben dieser entsteht, während letztere zu Grunde geht, habe ich mit Sicherheit nicht ermittelt. Götte, der seine Aufmerksamkeit speziell auf diesen Punkt gerichtet hat, nimmt eine selbständige Bildung an, welche auch mir das wahrscheinlichere ist.

Die ferneren Schicksale der Umhüllungshaut sind noch nicht bis in alle Einzelheiten aufgeklärt. Ein Theil derselben wird in den Centralcanal des Medullarrohres aufgenommen, und zwar in folgender Weise. Nachdem die Umhüllungshaut sich gebildet, treten neue Differenzirungen auf, durch welche das Centralnervensystem, das Wirbelsystem, und vielleicht auch jetzt schon das Hautsystem angelegt werden. Das Centralnervensystem erscheint als eine in die Fläche ausgebreitete Lage von Zellen, welche sich, von der Umhüllungshaut bekleidet, ein wenig über die Oberfläche des Eies erhebt (Fig. 6. N.) Der Querschnitt lehrt, dass sie von vorn herein aus zwei symmetrischen, seitlichen Hälften besteht, die durch eine Commissur unter einander in Verbindung stehen, welche etwas weniger dick ist als die Seitenhälften selbst. Darunter liegt die Anlage eines zweiten Primitivorganes, des Wirbelsystemes (Fig. 6. W.), welches sich ebenfalls aus zwei durch eine Commissur, die Chorda, (Fig. 6. Ch.) getrennten bilateral symmetrischen Hälften zusammensetzt. Eine grosszellige, pigmentfreie Schicht (Fig. 6. E.), die Anlage des Cylinderepithels des Darmcanals, breitet sich unterhalb der Anlage des Wirbelsystemes aus.

Hinsichtlich der seitlichen Begrenzungen ist zu bemerken, dass das Centralnervensystem scharf von den Umgebungen geschieden ist. Das Wirbelsystem ragt seitwärts ein wenig über die Ränder des Centralnervensystems hinaus und geht weiterhin allmählich in Dotterzellen über. Es sind diese Verhältnisse so aufzufassen, dass das Centralnervensystem bei seiner anfänglich so geringen Ausdehnung wie mit einem Schlage aus den Bildungszellen entsteht, während der Differenzirungsprozess, welcher das Wirbelsystem in die Erscheinung ruft, allmählich vom Centrum nach der Peripherie vorschreitet, ganz in derselben

Weise, wie wir dies von der Umhüllungshaut kennen gelernt haben. In der That sieht man die Visceralplatten in der Weise entstehen, dass fort und fort neue Zellen des Bildungsdotters an der Peripherie der schon vorhandenen Anlage sich dieser anschliessen und sie vergrössern. So schreitet die dem Wirbel_ system angehörende Schicht parallel der Umhüllungshaut vor, bis sie das ganze Ei einschliesst, ist aber von dieser schützenden Hülle noch durch eine zu gleicher Zeit sich differenzirende Schicht, das Hautsystem, getrennt. Dieses letztere grenzt mit seinem centralen Rande (Fig. 6. C.) unmittelbar an das Centralnervensystem, von welchem es auf dem Querschnitt eine scharfe Grenzlinie trennt, ein Umstand, der hinsichtlich der uns beschäftigenden Streitfragen von der grössten Wichtigkeit ist.

Auch bei den ferneren Vorgängen, welche zunächst darin bestehen, dass die Ränder des Centralnervensystems sich über die Fläche erheben, gegen einander convergiren und schliesslich unter Bildung eines Rohres mit einander verschmelzen, bleiben beide Systeme von einander gesondert, wie ich im Gegensatz zu Götte und allen Anhängern der Remak'schen Lehre vom Sinnesblatt gefunden habe. Die Anlage des Hautsystems schliesst sich über dem neugebildeten Medullarrohre, indem sein centraler Rand, der an den peripherischen Rand der in die Fläche ausgebreiteten Anlage des Centralnervensystems angrenzt, sich gleichzeitig mit diesem erhebt, gehoben von den Rückenplatten des Wirbelsystems. Unter diesen Umständen werden unsere Erhärtungsmethoden, die wir behufs Herstellung entscheidender Präparate nicht umgehen können, es leicht wohl mit sich bringen, dass die an einander grenzenden Systeme zusammengepresst und ihre Grenzen verwischt werden. Wie bedeutend die Schrumpfung war, ersieht man aus den vielfachen Faltungen der Dotterhaut, die niemals ausbleiben (Fig. 3. D.). Aber derartige Präparate mit verwischten Grenzen beweisen selbstverständlich gar nichts gegenüber denjenigen, in welchen die Grenze scharf gezeichnet ist. Bei undeutlicher oder mangelnder Grenze kann man sich immer durch Anwendung stärkerer Vergrösserungen davon überzeugen, dass die Zellen der betreffenden Gegend verdrückt oder gar durch das Messer

aus ihrer Lage gebracht sind. Sehr lehrreich und für uns beweisend sind solche Präparate, an denen durch die Einwirkung der Erhärtungsmittel die Ränder der Rückenfurche gegen einander gedrückt und das Hautsystem nebst Umhüllungshaut über dem Centralnervensystem verschoben wurden, wie dies Fig. 7. C*. zeigt. Die verschiedene Grösse der Zellen und das durchaus selbständige Verhalten gegenüber den Reagentien geben zusammengenommen mit relativ normalen Präparaten den unzweideutigsten Beweis dafür, dass Centralnervensystem und Hautsystem getrennte Anlagen haben und dass alle Deductionen, welche man aus dem supponirten Zusammenhang beider für die Histologie gemacht hat, völlig werth- und haltlos sind.

Nicht anders verhält es sich mit den Beziehungen zwischen Umhüllungshaut und Centralnervensystem, so innig diese auch sein mögen. So lange die Anlage des letzteren flach ausgebreitet ist, wird sie von der einzelligen Schicht der Umhüllungshaut bedeckt, ein Verhalten, welches von Remak an bis in die neuesten Zeiten übersehen worden ist. Erheben sich dann die Ränder des Centralnervensystems, so kleidet die Umhüllungshaut die dadurch entstehende Rückenfurche aus. Endlich wird dieser in der Furche gelegene Theil der Umhüllungshaut durch den Schluss des Medullarrohres abgeschnürt, ohne dass sich dabei in seinem Verhältniss zum Centralnervensystem etwas änderte. Es ist dieses das Verhältniss eines Epithels zu seinem Substrat.

Man überzeugt sich von den eben geschilderten Verhältnissen am besten an solchen Eiern, welche stark pigmentirt sind, wie diejenigen von Rana temporaria. An diesen sind und bleiben die Zellen der Umhüllungshaut lange Zeit so dunkel gefärbt, dass sie sich in der auffälligsten Weise gegen das Substrat absetzen, wenn sie nicht, wie das an einzelnen Schnitten vorkommt, abgeblättert und aus der Rückenfurche herausgefallen sind.

Bei mangelnder oder unbedeutender Pigmentirung wird man leicht die Selbständigkeit der Umhüllungshaut übersehen können, und dies mag der Grund sein, weshalb in den von

Götte gegebenen Zeichnungen [1]) die das Medullarrohr auskleidende epithelartige Schicht vermisst wird, denn es ist nicht anzunehmen, dass bei der Unke derartige Verhältnisse, die man für typische zu halten alle Veranlassung hat, sich anders gestalten sollten als bei den nächsten Verwandten, den Fröschen, hinsichtlich welcher Reichert [2]) und ich auf verschiedenen Wegen zu durchaus übereinstimmenden Resultaten kamen. Reichert's bevorzugte Untersuchungsmethode bestand in der heutigen Tages leider gar zu sehr vernachlässigten Präparation der Eier mit Hilfe der Nadeln, unter Benutzung der Lupe, während meine hier mitgetheilten Untersuchungen an mikrokopischen Schnitten gemacht wurden.

Ob nun wirklich das persistirende Epithel des Centralcanals von der Umhüllungshaut geliefert wird, oder ob der abgeschnürte Theil derselben verschwindet, während das bleibende Epithel aus den indifferenten Bildungszellen der Anlage des Medullarrohres durch histologische Differenzirung entsteht, das müssen spätere Untersuchungen entscheiden. Eben so wenig ist es festgestellt, ob die Umhüllungshaut sich an der Bildung der späteren Epidermis betheiligt oder ob diese aus der Anlage des Hautsystems allein hervorgeht. Da die Umhüllungshaut bei manchen Thieren an vielen Stellen in der That nur vorübergehende Bedeutung hat und nachweislich gänzlich zu Grunde geht, so würde es wohl denkbar sein, dass sie allerorts verschwindet, sobald ihre Functionen von anderen, später gebildeten Organen übernommen werden können, während auf der anderen Seite ihr Verhalten im Centralcanal es wenigstens wahrscheinlich macht, dass sie sich an der Bildung des Epithels desselben betheiligt. Hier können also nur directe Beobachtungen entscheiden, die mit den heutigen Hilfsmitteln auszuführen wohl möglich sein dürfte, da man sogar geglaubt hat, schon so

1) a. a. O. Fig. 34 und 35. Nur in Fig. 21 ist innerhalb des sich schliessenden Medullarrohres eine besondere Zellschicht angedeutet, welche mit der Umhüllungshaut in continuirlichem Zusammenhange steht.

2) Reichert. Das Entwicklungsleben im Wirbelthierreich. 1840. S. 17.

weit gekommen zu sein, dass man eine einzelne Zelle in ihren Umwandlungen würde verfolgen können.

Wir haben somit gesehen, dass die Umhüllungshaut die erste embryonale Anlage darstellt. Noch hat sie den Dotter nicht völlig umwachsen, so zeigt sich auch schon die Anlage des Centralnervensystems, des Wirbelsystems und des Darmepithels. Das erstere tritt sofort als ein ringsum scharf begrenztes Ganze in die Erscheinung, während sowohl Umhüllungshaut wie Wirbelsystem sich durch peripherische Anlagerung neuer Zellen vergrössern. Das Wachsthum des Centralnervensystems wird also vermittelt allein durch die in der ersten Anlage schon vorhandenen Zellen, während Umhüllungshaut, Haut- und Wirbelsystem ihre peripherische Erweiterung dem fortschreitenden organologischen Differenzirungsprocess verdanken, welcher neues, von aussen kommendes Material dem schon vorhandenen hinzufügt. Aehnliches gilt für die Anlage des Cylinderepithels des Darmcanales, welche zunächst als gut charakterisirte Organanlage die unterste Schicht der Keimanlage bildet, indem sie die Decke eines Hohlraumes darstellt. Dadurch erst, dass die den Boden der Höhle bildenden Dotterzellen sich ordnen und denen der Decke ähnlich werden, schliesst sich die Anlage zum Rohre. — Was endlich das Hautsystem betrifft, so ist es schwer zu entscheiden, ob diejenigen Zellschichten, welche sich beim ersten Auftreten des Wirbelsystems zu den Seiten desselben unter der Umhüllungshaut zeigen, schon hierher zu ziehen sind, oder ob sie nur die nächsten Differenzirungen einleiten. Sobald indessen das Wirbelsystem sich peripherisch zu verbreitern anfängt, lässt sich auch das Hautsystem mit Sicherheit erkennen. Sein centraler Abschnitt hebt sich mit eben so scharfer Grenze vom Centralnervensystem ab, wie der peripherische vom Wirbelsystem. Uebergänge des einen Systems in das andere sind nirgends vorhanden, jede Primitivanlage ist völlig isolirt. Auf der anderen Seite sind diese Anlagen aber auch nicht durch Spalten von einander getrennt, wie dieses in allen Handbüchern der Histologie gezeichnet wird. Die Anlagen der Primitivorgane berühren sich anfänglich unmittelbar, wie dies Fig. 6 zeigt. Treten in diesem oder dem folgenden

Stadium Spaltungen auf, wie z. B. Fig. 7. Sp., so kann man sicher sein, dass diese durch die Präparationsmethode erst hervorgerufen wurden. Das Auftreten dieser künstlichen Spalten wird begünstigt durch die regelmässige Anordnung der Grenzschichten der einzelnen Anlagen, wie diess sehr schön am Wirbelsystem zu sehen, wo nicht allein die an die Nachbarorgane grenzenden Zellen, sondern auch die dem Commissurstück, der Chorda dorsualis zugekehrten sich zu einer regelmässigen Schicht ordnen. Erst später treten solche Spaltungen ein, welche bleibende Hohlräume bilden, wie z. B. der Arachnoidalraum. Aber auch in diesen Fällen bleibt stellenweise die unmittelbare Aneinanderlagerung bestehen. Es sind diess diejenigen Stellen, an welchen die Gefässe oder Nerven von einem Organ in das andere übertreten. Dieser Uebertritt ist aber nicht so zu denken, dass von dem einem Organ Ausläufer in das Nachbarorgan ausgeschickt werden, wie diess von His neuerdings behauptet wurde. Es bilden sich vielmehr sämmtliche Gefässe und Nerven eines Organes aus denjenigen embryonalen, indifferenten Zellen, welche die Anlage dieses Organes ursprünglich zusammensetzen. So bildet z. B. die aus ganz gleichwerthigen Zellen bestehende Anlage des Wirbelsystems unter andern den Locomotionsapparat aus, mit allem, was dieser enthält, nemlich 1) sämmtliche Bindesubstanzgebilde, als Knochen, Knorpel u. s. w.; 2) die Gefässe mitsammt den Epithelien, die man neuerdings unnöthigerweise Endothelien genannt hat; 3) die Nerven mit den eventuell vorhandenen Ganglienkörpern; 4) die Muskeln. — Diese histologische Differenzirung erfolgt genau so, wie die organologische, d. h. die an Ort und Stelle gelegenen Zellen wandeln sich in dasjenige Gewebe um, welches an dieser Stelle gebraucht wird, sei es Bindegewebe, Muskel oder Epithel u. s. w. Dieses erkannt zu haben, gehört zu Reichert's Hauptverdiensten, welche durch eine Arbeit wie die von His nicht beeinträchtigt werden können. Um die Lehre von den Primitivorganen zu stürzen, sind andere Methoden und andere Deductionen nöthig, als His sie giebt. Eine eingehendere Kritik muss ich mir für eine andere Gelegenheit versparen; hier würde sie zu sehr vom Thema entfernen.

Ueberblicken wir noch einmal die gewonnenen Resultate, so ergiebt sich, dass wir ein Sinnesblatt im Sinne Remak's nicht kennen gelernt haben, wie denn überhaupt der Ausdruck „Blätter“ den Erscheinungen möglichst wenig entspricht. Primitivorgane waren es, die wir sich bilden sahen; und so müssen wir denn, wenn wir eine richtige Vorstellung von den Bildungsvorgängen der Wirbelthiere erlangen wollen, auf die Begründer der Lehre von den Primitivorganen [1]) zurückgehen, auf K. E. v. Baer und K. B. Reichert.

Für die Histologie ergiebt sich aus den voraufgehenden Beobachtungen, dass der von physiologischer Seite postulirte Zusammenhang zwischen Nerven und Epithelien in den embryonalen Vorgängen nicht allein keine Unterstützung findet, sondern dass im Gegentheil alle Erscheinungen dagegen sprechen.

Erklärung der Abbildungen.

C. Anlage des Hautsystems.
Ch. Chorda dorsualis.
D. Dotterhaut.
E. Anlage des Cylinderepithels des Darmcanales.
F. Weisse Furchungszellen.
L. Lumen des Darmrohres.
N. Anlage des Centralnervensystems.
P. Pigmentflecke auf der Dotterhaut, aus anklebenden Theilchen der Umhüllungshautzellen bestehend.
R. Rückenfurche.
S. Excretionshöhle.
U. Umhüllungshaut.
W. Wirbelsystem.

Fig. 1. Verticalschnitt durch ein gefurchtes Ei. Am oberen Eipole kleine pigmentirte, am unteren Pole grosse weisse oder farblose Furchungszellen. Dotterplättchen so reichlich, dass sie die Umrisse des Kernes nicht überall scharf hervortreten lassen. Mit der Klein-

---

1) Eine kurze Darlegung dieser Lehre findet sich in dem vielfach übersehenen Werke Reichert's: Beiträge zur Kenntniss des Zustandes der heutigen Entwicklungsgeschichte. Berlin 1843. S. 118—137.

heit der Zellen nimmt die Grösse der Dotterplättchen ab, die Pigmentirung zu.

Fig. 2. Verticalschnitt durch ein Ei mit Umhüllungshaut und Excretionshöhle. Die aus stark pigmentirten Zellen bestehende Umhüllungshaut geht peripherisch ganz allmählich in die grösseren, weissen Furchungszellen über, die bei U*, schon anfangen, sich regelmässig anzuordnen, um dann sich zu Zellen der Umhüllungshaut umzuwandeln. Die Excretionshöhle ist unregelmässig begrenzt. Wahrscheinlich sind einzelne von den gelockerten Zellen ihrer Umgebung beim Schneiden ausgefallen.

Fig. 3. Transversalschnitt durch ein Ei, welches die Anlage der ersten Primitivorgane zeigt. Die Umhüllungshaut umgiebt das Ganze Ei und zieht sich, die Oberfläche des Centralnervensystemes bekleidend, in die Rückenfurche hinein. Die bilateral symmetrischen Hälften des Wirbelsystems, durch das Commissurgebilde, die Chorda dorsualis, geschieden, hängen unterhalb derselben durch eine secundäre Commissur W* zusammen. An der Bauchseite geht das Wirbelsystem in eine unregelmässige Anhäufung pigmentirter Zellen über, welche das Bildungsmaterial für den Schwanz abgeben. Zwischen Wirbelsystem und Umhüllungshaut zieht das Hautsystem als einfache Schicht kleiner stark pigmentirter Zellen entlang. Es reicht bis an die peripherischen Ränder des Centralnervensystems heran, welches sich zum Uebergang in die Röhrenform anschickt. Die Anlage des Cylinderepithels des Darmcanales besteht aus grossen, pigmentfreien Zellen. Die vielfach gefaltete Dotterhaut ist bei P abgeblättert und zeigt dort noch anhaftende Theilchen der Zellen der Umhüllungshaut, welche ihr ein getüpfeltes Aussehen geben.

Fig. 4. Transversalschnitt durch ein Ei, dessen Centralnervensystem schon die Röhrenform angenommen hat. Auch die Seitenhälften des Haut- und Wirbelsystemes haben sich oberhalb des Medullarrohres geschlossen. Sowohl der Centralcanal wie das Lumen des Darmcanales sind bei der Schrumpfung des Eies in der erhärtenden Flüssigkeit zu schmalen Streifen zusammengepresst worden. Das Hautsystem besteht schon aus einer mehrzelligen Schicht.

Fig. 5. Verticalschnitt durch den weissen Nabel. H, hinteres Ende der Umhüllungshaut; V, vorderes Ende derselben. Die Zellen der Umhüllungshaut sieht man an diesen Stellen in etwas grössere, nicht so stark pigmentirte Zellen übergehen, F*, welche sich stellenweise gegen die weissen Furchungszellen abgeplattet haben. In diese Zellenmasse geht auch der peripherische Rand des Hautsystemes C über, während sie selbst bei A und B mit den weissen Dotterzellen zusammenhängt. Bei V und H ist weder ein wirklicher Spalt noch ein Umschlagen der Umhüllungshaut behufs der Darmbildung (Remak, Götte) wahrzunehmen.

Fig. 6. Querschnitt durch die ersten Primitivanlagen, Umhüllungshaut, Centralnervensystem, Wirbelsystem, Darmepithel und Hautsystem. Das Centralnervensystem, aus zwei symmetrischen, durch eine dünne Commissurstelle zusammenhängenden Hälften bestehend, ist seitwärts scharf gegen das Hautsystem abgegrenzt und wird an seiner oberen Fläche von der Umhüllungshaut bekleidet. Die Seitenhälften des Wirbelsystems sind durch ihre Commissur, die Chorda, vollständig getrennt. Seitwärts geht die Anlage des Wirbelsystems sowohl wie die des Cylinderepithels des Darmcanales in die noch nicht differenzirten weissen Furchungszellen über.

Fig. 7. Querschnitt durch die ersten Primitivorgane im Stadium der Bildung der Rückenfurche. Die starken Faltungen der Dotterhaut D zeigen, dass das ganze Ei etwas geschrumpft ist. Daraus erklärt sich die Anhäufung von Zellen bei C*, welche dem Hautsystem angehören, die an dem Schnitt Fig. 3 aus demselben Stadium nicht vorhanden ist. Diese Zellen sind kleiner als die noch verhältnissmässig grossen des Centralnervensystems und erscheinen sofort als selbständige Anlage. Auch die Umhüllungshaut, welche die Rückenfurche R auskleidet, erweist sich überall als selbständige Membran. Die starke Pigmentirung derselben betrifft den peripherischen Theil ihrer Zellen. Am Wirbelsystem ist eine secundäre Commissur bei W* aufgetreten. Ziemlich regelmässig geordnete Zellen bilden die Grenzschicht des Wirbelsystems gegen das Darmepithel, das Hautsystem, das Centralnervensystem und selbst gegen die in einer Lücke liegende Chorda. Sp ein zufälliger Spalt, wie er sich häufig zwischen den einzelnen Anlagen einfindet. Dotterplättchen sind in der Umhüllungshaut und dem Hautsystem nicht mehr zu erkennen, wohl aber in den übrigen Anlagen.

Beitrag zur Kenntniss des Elektrotonus.

Von

Hermann Roeber.

(Hierzu Taf. XVI.)

Vor einiger Zeit (im Jahre 1867 und im Anfange des Jahres 1868) lieferte Dr. A. Gruenhagen in Königsberg mehrere Aufsätze als Beiträge zu „einer Theorie des physikalischen Elektrotonus", in welchen er die physiologische Natur des von du Bois-Reymond entdeckten Elektrotonus zu widerlegen und diese Erscheinungsweise der Nerventhätigkeit auf rein physikalische Vorgänge zurückzuführen versuchte.

Gruenhagen[1]) glaubt durch die Annahme eines verschiedenen Leitungswiderstandes der verschiedenen Bestandtheile des Nerven nachweisen zu können, dass sich bei Durchleitung eines constanten Stromes durch ein Stück des Nerven stets in der Längsrichtung des Letzteren Zweigströme verbreiten müssten und dass hierdurch in einem angelegten Bogen der Anschein einer „sogenannten" elektrotonischen Schwankung entstände. Unterbindung und Durchschneidung des Nerven zwischen der polarisirten und der abgeleiteten Strecke sollen das Zustandekommen einer solchen Schwankung verhindern, dadurch, dass sie die Ungleichartigkeit der Leitungswiderstände local zerstören.

1) A. Gruenhagen, Theorie des physikalischen Elektrotonus. Henle und Pfeuffer's Ztschr. f. rat. Med. (3) Bd. 31 S. 43. Bd. 33 S. 256. 1868.

Als Beweis für seine Ansicht führt Gruenhagen unter Anderem folgenden Versuch an: Wenn man zwischen der abgeleiteten und der polarisirten Strecke eines Nerven diesem einen beliebigen indifferenten Leiter, oder selbst ein zweites Nervenstück anlegt, so wird jederzeit der durch 8 Daniell's bewirkte Zuwachsstrom im ableitenden Bogen bedeutend verstärkt — unter der Bedingung nämlich, dass der Strom der Kette im Nerven die gleiche Richtung habe mit dem Nervenstrom in der abgeleiteten Strecke.

Entsprechende (? Ref.) Resultate erhalte man bei entgegengesetzter Stromesrichtung.

Gruenhagen erklärt diesen Erfolg dadurch, dass die dem Nerveninhalt gegenüber gute Leitungsfähigkeit des Neurilemms durch Auflegen eines zweiten feuchten Leiters (er bediente sich eines dem Nerven angelegten Thonstückes) verbessert und damit das Einbrechen eines Partial-Stromes in den Bussolkreis begünstigt werde. Es vertrage sich also das mitgetheilte Experiment nur mit der von ihm vertretenen Auffassung des du Bois'schen Elektrotonus und widerlege die du Bois'sche auf das schlagendste.

Indessen ist jener Erfolg so weit entfernt davon, das zu beweisen, was Gruenhagen aus ihm schliesst, und mit den von du Bois-Reymond aufgestellten Anschauungen über die Natur des Elektrotonus vielmehr so vollständig im Einklange, dass er schon von du Bois-Reymond selbst vor zwanzig Jahren aus seiner Theorie mit aller Bestimmtheit vorausgesagt worden ist, wenn es auch bei dem damaligen Zustande seiner Hülfsmittel du Bois-Reymond nicht gelang, ihn zu beobachten.

Bei Beschreibung nämlich des secundären elektrotonischen Zustandes sagt du Bois-Reymond wörtlich[1]):

„Man denke sich an die Strecke zwischen Elektroden und „Bäuschen ein zweites Paar Elektroden angelegt, gleich als ob „es sich darum handelte, zwei Ströme auf einer und derselben „Seite der abgeleiteten Strecke auf den Nerven einwirken zu

1) E. du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität. II. Bd. 1. Abth. 1849, S. 543.

„lassen. Anstatt aber zwischen die beiden neu hinzugekomme-„nen Elektroden nun auch eine erregende Kette einzuschalten, „schliesse man dieselben einfach metallisch zum Kreise. In die-„sem Kreise muss, vermöge der säulenartigen Polarisation durch „die Kette des ersten Elektrodenpaares, ein Strom entstehen in „dem Nerven in der Richtung des erregenden Stromes, gerade „wie im Multiplicatorkreise selber. Man sollte nun meinen, die-„ser Strom müsse im Stande sein, in dem Multiplicatorkreise, „beim Schliessen des Elektrodenpaares, den gerade obwaltenden „Zuwachs um ein geringes zu erhöhen, beim Oeffnen ihn ebenso „zu verkleinern; oder, mit anderen Worten, es müsste der Ab-„fall der Curve der dipolar elektromotorischen Kräfte durch das „Schliessen des Elektrodenpaares verzögert werden. Ich muss „jedoch sagen, dass mir der Nachweis dieses Verhaltens in der „Wirklichkeit nicht hat von statten gehen wollen."

Es ist klar, dass dies im Wesentlichen der Gruenhagen'-sche Versuch ist, nur in der exacteren Weise angestellt, dass der indifferente Leiter dem Nerven nicht, wie bei Gruenhagen, seiner ganzen Länge nach anliegt, sondern ihn nur in zwei Punkten berührt; und ebenso klar ist, warum du Bois-Reymond damals das nicht zu sehen gelang, was jetzt Gruenhagen ohne Schwierigkeit wahrgenommen hat. Daran war ja lediglich die doppelte, in der Vorrichtung stattfindende Polarisation schuld: nämlich erstens die an den Platinelektroden der den erregenden Strom zuführenden Vorrichtung, zweitens die an den Platinelektroden der den Nervenstrom aufnehmenden Zuleitungsgefässe.

Als eine Ergänzung dieses Versuches kann ferner noch folgende Mittheilung von Schiff betrachtet werden. Bei Gelegenheit nämlich der Wiederholung der Pflüger'schen Versuche sah Schiff's Assistent, Herzen[1]), als zwischen der von einem constanten Strom durchflossenen centralen Strecke eines Nerven und dem mit dem Nerven noch verbundenen Muskel ein an den Nerven angelegter indifferenter Bogen geschlossen wurde,

1) Nota sopra alcuni fenomeni di polarità secondaria di Maurizio Schiff. Il nuovo Cimento etc. Tomo XXVII. Aprile 1868. pag. 249—256.

dass der Muskel in Zuckung gerieth. Diese Zuckungen, die aber nur bei besonders erregbaren Fröschen zu beobachten waren, traten sowohl bei der aufsteigenden, wie bei der absteigenden Richtung des polarisirenden Stromes, sowohl bei Schluss, als bei Oeffnung des indifferenten Bogens ein. Schiff zeigte, dass dieser Vorgang nicht die Folge sei thermoëlektrischer Wirkungen des Bogens, auch nicht durch die Polarisation in demselben hervorgerufen werde (sein Bogen bestand nämlich aus Zink- oder Kupferdrähten, welche durch ein Quecksilbernäpfchen geschlossen wurden). Ohne seine Beobachtung weder mit du Bois-Reymond's älteren noch mit Gruenhagen's neueren Angaben (welche letztere ihm noch unbekannt gewesen zu sein scheinen) in Beziehung zu bringen, betrachtet Schiff diese Erscheinung im Allgemeinen richtig als eine durch Anlegung des Bogens an den Nerven bewirkte Entladung (scarica) des Elektrotonus. Diese Entladung errege ihrerseits wieder den Nerven und veranlasse die Muskelzuckung.

Es war natürlich von Interesse, mit allen heutigen Hülfsmitteln diese Erscheinungen nunmehr von dem Standpunkte aus methodisch zu verfolgen, von dem aus sie einst du Bois-Reymond sicher vorher gesehen hatte. Zu diesem Zweck stellte ich die folgenden Versuche im August dieses Jahres im Berliner physiologischen Laboratorium an.

Als reizender Kette bediente ich mich hierbei meist eines Daniell'schen Elementes, grössere Stromstärken wegen der dadurch gesteigerten Gefahr, durch Stromschleifen getäuscht zu werden, absichtlich vermeidend. Es versteht sich, dass der Strom dem Nerven mittelst unpolarisirbarer Elektroden (Thonstiefel) zugeführt wurde. Der ableitende Bogen bestand aus zwei kleinen, rechtwinklig gebogenen, Glasröhren, die durch Thonspitzen verschlossen und mit gesättigter Zinkvitriollösung gefüllt wurden. Dieselben, mittelst eines Korkes von einander isolirt, konnten durch einen an den Enden amalgamirten, bogenförmig gekrümmten Zinkstreifen schnell und bequem zu einem möglichst indifferenten Bogen mit einander verbunden werden.

Der Nervenstrom wurde mittelst der du Bois'schen Zinktröge abgeleitet, und alle, mittelst Scala und Fernrohres an einem Spiegel-Galvanometer beobachteten Werthe, nach der bekannten Methode an dem runden Compensator von du Bois-Reymond als elektromotorische Kräfte in Compensatorgraden (Cpgr.) gemessen[1]. Es musste natürlich strenge darauf geachtet werden, dass der einmal gelagerte Nerv durch das Anlegen des ableitenden Bogens keine Verschiebung erlitt; — dies wurde einfach dadurch vermieden, dass ich die sechs Elektroden vor der Präparation des Nerven in ihre gegenseitige Lage brachte und nun erst den Nerven über dieselben brückte.

Die beobachteten Werthe mögen nunmehr zunächst folgen.

1. Anordnung (S. Fig. 1.)

Bei derselben befand sich die Kette (c) an dem einen, der indifferente Bogen (p) an dem anderen Ende des Nerven, die Elektroden des Bussolkreises (b) befanden sich ungefähr in der Mitte. Der Strom der Kette (c) durchfloss den Nerven aufsteigend, in der Richtung des Pfeils.

Die elektromotorische Kraft des Nerven betrug:

	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.
1. Vor Schluss der Kette und des Bogens	0	negativ. [2]	0	2,5
2. Nach Schluss der Kette; Nerv im Anelektrotonus	14,4	32,5	74,6	18,1
3. Bei dauerndem Schluss der Kette, Schluss des Bogens in p	16,2	36,2	82,1	20,2
4. Bogen wieder geöffnet	15,2	33,0	76,8	17,5
5. Bogen geschlossen	17,2	—	80,7	18,2
6. Bogen geöffnet	16,2	—	78,6	15,8

2. Anordnung (S. Fig. 2.)

wie vorher, nur durchfliesst der Strom der Kette den Nerven bei c diesmal in absteigender Richtung:

1) Die Messapparate waren dieselben, deren ich mich bei einer früheren Untersuchung bedient hatte; vgl. H. Roeber, über den Einfluss des Curara auf die elektromotorische Kraft der Muskeln und Nerven. S. oben S. 444 fg.

2) Negativ nenne ich, hier und im Folgenden, den Nervenstrom im Abschnitt NO, positiv im Abschnitt N_1O des Nerven.

	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.
1. Vor Schluss der Kette.............	−40,6	−49,0	− 6,3	−11,0
2. Nach Schluss derselben; Nerv im Katelektrotonus.....................	−71,3	−67,1	−11,5	−19,0
3. Schluss des Bogens	−67,3	−58,9	− 9,9	−17,3
4. Bogen geöffnet	−72,0	−65,1	−11,2	−18,6
5. „ geschlossen	−68,5	−60,9	− 9,6	−15,5
6. „ geöffnet	−72,5	−67,3	−11,3	−17,8

3. Anordnung. (S. Fig. 3.)

Nunmehr befindet sich der Bogen p in der Mitte des Nerven, Kette und Bussolkreis je an einem Ende; der Strom der Kette ist aufsteigend.

I.

	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.
1. Vor Schluss der Kette..............	21,5	45,2	74,3	57,2
2. Nach Schluss derselben; Nerv im Anelektrotonus	29,2	67,2	76,5	68,8
3. Bogen geschlossen	29,8	70,2	78,4	70,9
4. „ geöffnet	28,3	66,1	70,8	70,9
5. „ geschlossen	29,5	69,3	—	72,8
6. „ geöffnet	27,2	64,9	—	71,9
7. „ geschlossen	28,9	65,9	—	—
8. „ geöffnet	27,2	60,2	—	—

II.

	Cpgr.	Cpgr.
1. Vor Schluss der Kette	64,8	57,2
2. Nach Schluss derselben; Nerv im Anelektrotonus.....................	71,0	78,4
3. Bogen geschlossen.................	75,7	84,2
4. Bogen und Kette geöffnet..........	64,0	55,5
5. Kette geschlossen	70,2	65,0
6. Bogen geschlossen.................	74,8	70,5
7. Bogen und Kette geöffnet	60,6	54,3
8. Kette geschlossen	65,7	63,5
9. Bogen geschlossen.................	71,2	66,8
10. Bogen und Kette geöffnet	56,8	—
11. Kette geschlossen	63,4	—
12. Bogen geschlossen.................	70,8	—

4. Anordnung. (S. Fig. 4.)

Wie vorige, nur ist der Strom der Kette in c jetzt absteigend.

I.

	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.
1. Vor Schluss der Kette	38,5	+19,2	86,5	68,8
2. Nach Schluss derselben; Nerv im Katelektrotonus	27,2	−13,5	74,3	65,2
3. Bogen geschlossen	26,8	−15,1	72,5	61,2
4. „ geöffnet	29,8	−14,3	76,0	63,9
5. „ geschlossen	26,6	−15,6	70,0	59,7
6. „ geöffnet	30,0	−14,0	72,5	—
7. „ geschlossen	—	—	68,9	—
8. „ geöffnet	—	—	70,1	—

II.

	Cpgr.	Cpgr.
1. Vor Schluss der Kette	67,0	49,6
2. Nach Schluss derselben, Katelektrotonus	63,9	42,0
3. Bogen geschlossen	60,5	39,8
4. Bogen und Kette geöffnet	67,2	48,2
5. Kette geschlossen	65,7	46,0
6. Bogen geschlossen	60,5	44,0
7. Bogen geöffnet	64,8	—
Bogen und Kette geöffnet	—	49,0
8. Kette geschlossen	—	46,2
9. Bogen geschlossen	—	44,6

Bei der noch möglichen 5. und 6. Anordnung, bei welcher sich die Elektroden der Kette in der Mitte des Nerven befanden und der Strom derselben in c bald die aufsteigende, bald die absteigende Richtung hatte (S. Fig. 5. und 6.), gelang es mir nicht, trotz vielfacher Versuche, eine Veränderung nach Schluss des Bogens zu beobachten, während sich doch der Elektrotonus in vollständiger Weise entwickelte. Da nun derselbe Nerv, welcher bei diesen beiden Anordnungen auf den Schluss des Bogens in keiner nachweisbaren Weise reagirte, in die An-

ordnung z. B. 3 und 4, gebracht, sofort die dort beobachteten Veränderungen deutlichst zeigte, so scheint mir der Grund dieses negativen Resultates in Folgendem zu liegen: du Bois-Reymond hat bei Gelegenheit der Untersuchung über die Erscheinungsweise der säulenartigen Polarisation bei gleichzeitiger Einwirkung zweier Ströme auf den Nerven[1]) beobachtet, dass, wenn die Dichtigkeit des erregenden Stromes, welcher die der abgeleiteten Strecke fernere Nervenstrecke durchfloss, die geringere war, z. B. nur von einer einfachen Grove'schen Kette herrührte, während die Kette des die nähere Strecke durchfliessenden Stromes zwei Glieder besass, dann die Phasen von der entfernteren Strecke aus durch die nähere hindurch nicht mehr zu unterscheiden waren. Da wir nun sogleich sehen werden, dass der Bogen p ebenfalls wie eine zweite dem Nerven angelegte Kette wirkt, die aber natürlich an Stärke der Kette c beträchtlich nachsteht, so scheint in der That in unserem Falle dieses Verhältniss an dem Ausbleiben jeder Veränderung nach Schliessung des Bogens Schuld gewesen zu sein.

Was die mitgetheilten Zahlen betrifft, so muss ich bemerken, dass der Nachweis derselben nicht ganz leicht zu führen ist, da nicht selten, auch bei den wirksamen Anordnungen (1—4), jede Spur von Veränderung bei Schluss des Bogens vermisst wird und man bisweilen sogar den entgegengesetzten Erfolg statt des erwarteten eintreten sieht.

Letzteres wird, meiner Ansicht nach, stets durch Stromschleifen bewirkt, welche von der Kette aus sich bis zu dem angelegten Bogen verbreiten. Bei fehlerfreien Versuchen aber lassen sich die durch den Bogen bewirkten Veränderungen, wie sie mitgetheilt wurden, so gering sie auch sind, wenn überhaupt vorhanden, stets mit vollkommener Schärfe auffassen und messen.

Was nun die Erklärung dieser Erscheinungen betrifft, so ist dieselbe im Wesentlichen von du Bois-Reymond (a. a. O.) schon gegeben worden. Der indifferente Bogen ist in der That als eine zweite erregende Kette zu betrachten, durch deren Schluss die im Bussolkreis beobachtete, durch die erste Kette

1) E. du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. 1. Abth. 1849. S. 351.

bewirkte, Veränderung bald vermehrt, bald vermindert wird, je nach der verschiedenen Anordnung der beiden Ketten.

Ist dies der Fall, so müssen sich die oben mitgetheilten Veränderungen an den, von du Bois-Reymond entworfenen Curven des Elektrotonus (a. a. O. Taf. III, Fig. 105) nachweisen lassen; und in der That, die anbei mitgetheilten Curven (S. Fig. 7—10.) beweisen dies.

Es zeigt nämlich Fig. 7, dass bei der ersten Anordnung der durch die Kette des Daniell's bewirkte positive Zuwachs des im Bussolkreis beobachteten Stromes durch Schluss des Bogens verstärkt werden muss. Bei der zweiten Anordnung (Fig. 8) erfährt durch den sich entwickelnden Katelektrotonus der Strom im Bussolkreis eine Abnahme, diese muss aber durch den bei Schluss des Bogens in demselben im Nerven, in entgegengesetzter Richtung, sich entwickelnden Strom wieder verringert werden, wie auch die Zahlen zeigen.

Das Resultat der dritten und vierten Anordnung ergiebt sich aus den Curven in Fig. 9. und 10. Es folgt aus ihnen die beobachtete Thatsache, dass bei diesen Anordnungen durch Schluss des Bogens in p der Anelektrotonus sowohl wie der Katelektrotonus verstärkt wird; hierdurch wird der Strom im Bussolkreis einmal zwiefach verstärkt, das andere Mal zwiefach geschwächt.

Für die nicht beobachteten Veränderungen bei den Anordnungen 5. und 6. würde eine Construction der Curven ergeben, dass bei Anordnung 5. der durch die Kette bei c bewirkte Zuwachs im Boussolekreis durch Schluss des Bogens geschwächt, bei Anordnung 6. hingegen die durch den Katelektrotonus bewirkte Abnahme des Stromes noch weiter getrieben werden müsste.

Hiermit, denke ich, ist die beobachtete Schwankung des Elektrotonus nach Anlegung des indifferenten Bogens in befriedigender Weise erklärt, die Natur dieses Vorgangs hinreichend aufgeklärt und damit der von Gruenhagen aus demselben entlehnte Einwand gegen die du Bois-Reymond'schen Anschauungen völlig entkräftet; denn nicht durch Verbesserung der Leitungsgüte des Neurilemms wirkt der angelegte Bogen, sondern als eine neue, dem Nerven angelegte, polarisirende Kette.

Was aber die Versuche von Schiff anbelangt, so ist nunmehr klar, dass bei denselben Verhältnisse stattfanden, wie wir sie bei der 3. und 4. Anordnung kennen gelernt haben. Der in beiden Fällen mit dem Strom der Kette gleichgerichtet entstehende und ihn verstärkende Strom im angelegten Bogen musste, als eine zweite Kette, den Nerven durch die entstehende Stromesschwankung erregen und somit die Muskelzuckung veranlassen.

Berlin, den 3. September 1869.

Kleinere Mittheilungen.

An die Redaction.

San Francisco, Californien, August 1869.

In Nro. 6 des Jahrganges 1868 Ihres Archivs veröffentlicht Hr. Dr. H. Quincke einen Artikel über das Verhalten der Eisensalze im Thierkörper, worin er sich zur Bekräftigung seiner Arbeit meines im „Journal of Anatomy and Physiology, Series No. III“, November 1868 veröffentlichten Artikels bedient.

Mit Bedauern sehe ich, dass Hr. Dr. H. Quincke einen grossen Irrthum begangen, indem das Resultat seiner Untersuchungen den von mir mitgetheilten Erfahrungen geradezu zuwider läuft, anstatt dieselben zu bestätigen, wie er glaubt.

Ich kann daher nur annehmen, dass Hr. Dr. H. Quincke entweder meine Arbeit oder die englische Sprache nicht genügend verstanden hat und ersuche sowohl im Interesse der Wissenschaft, als auch meiner selbst wegen, Hrn. Dr. H. Quincke auf seinen Irrthum aufmerksam zu machen, so wie auch die verehrliche Redaction zweifelsohne Sorge dafür tragen wird, der Wissenschaft und mir zu geeigneter Zeit gerecht zu werden.

Genehmigen Sie u. s. w. **James Blake.**

Die Redaction dieses Archives war so freundlich, mir vorstehenden Brief mitzutheilen. Statt einer andern Erklärung drucke ich einfach die bezüglichen Sätze aus meiner frühern Mittheilung (dieses Archiv 1868, S. 751) noch einmal ab.

„Im Novemberheft des Journal of Anatomy and Physiology 1868 beschreibt Blake Versuche mit Eisenoxyd- und -oxydulsalzen und schliesst aus denselben auf eigenthümliche Wirkungen sowohl der einen wie der andern auf die Capillaren, das Herz und das Centralnervensystem.“

„Eisenoxydulsalze, welche im Gegensatz zu den Oxydsalzen Eiweiss bekanntlich nicht coaguliren, werden bei der Einspritzung in die Venen ziemlich schnell oxydirt und bilden gröbere und feinere Gerinnungen, welche zu Gefässverstopfungen im kleinen und grossen Kreislauf führen. Durch letztere werden die von Blake beobachteten Erscheinungen vollkommen erklärt.“

Aus dem Angeführten dürfte hervorgehen, dass der Vorwurf des Hrn. Blake ungerechtfertigt ist, indem ich etwas ganz anderes beobachtet habe als er, — Gerinnungen im Blut nach der Einspritzung von Eisensalzen in den Kreislauf. Wenn ich hieraus die von ihm beschriebenen Erscheinungen erklären will, so dürfte daraus kaum gefolgert werden können, dass ich die Versuche des Hrn. Blake zur Bekräftigung der meinigen heranzöge. Das Missverständniss ist also wohl auf Seiten des Hrn. Blake.

Dr. H. Quincke.

Ueber das elektromotorische Verhalten der Froschhaut bei Reizung ihrer Nerven.

Von

Hermann Roeber.

Die Untersuchungen von du Bois-Reymond und Rosenthal über das elektromotorische Verhalten der Froschhaut haben gezeigt, dass die Hautdrüsen des Frosches der Sitz elektromotorischer Kräfte sind, welche von der Mündung nach dem Drüsengrund gerichtet, die elektromotorische Wirksamkeit der Haut dieses, sowie einiger anderen nackten Amphibien, bedingen.

Diese elektromotorischen Kräfte sind, da es Rosenthal gelang, sie auch an den Labdrüsen der Magenschleimhaut nachzuweisen, mit grosser Wahrscheinlichkeit als eine wesentliche Eigenschaft der Drüsensubstanz zu betrachten, nicht anders, als wir die elektromotorischen Kräfte zu den wesentlichen Lebensäusserungen der Nerven und Muskeln zu zählen gewohnt sind.

Die bahnbrechenden Untersuchungen ferner von Ludwig, Pflüger und Heidenhain über die Speicheldrüsen, haben die innige Beziehung der Nerven zur Drüsensubstanz aufgedeckt, eine Beziehung, wie sie, anatomisch wie physiologisch, inniger selbst zwischen Nerv und Muskel nicht gedacht werden kann. Denn, veranlasst einerseits Reizung des Ischiadicus den Gastroknemius zur Thätigkeit, so dass er Arbeit leistet, indem er sich verkürzt, so lässt auch die Reizung der Chorda die Submaxillaris in Function treten; sie secernirt Schleimflüssigkeit, indem sie morphologische Veränderungen erleidet.

Wir wissen endlich, dass die elektromotorische Kraft der Muskeln bei der Thätigkeit der Letzteren eine Verminderung ihrer Grösse erfährt; was liegt bei diesem Stande unserer Kenntnisse näher, als die Vermuthung, dass etwas der negativen Schwankung des Muskelstromes Aehnliches auch bei den Drüsen während ihrer Thätigkeit stattfinden möchte?

In der That will auch schon Valentin[1]) eine geringfügige negative Schwankung des Hautstromes bei Reizung der feinen Hautnerven des Frosches gesehen haben. Indessen es ist wünschenswerth, diesen Gegenstand etwas eingehender zu erforschen[2]). Hr. Prof. Rosenthal, welcher selbst hierüber Versuche angestellt hat, aber wegen mangelhafter Vorrichtungen zu keinem entscheidenden Resultate kam, hatte die Güte, mir die Bearbeitung dieses Gegenstandes bereitwilligst zu überlassen, und so habe ich denn zur Erledigung obiger Frage eine Reihe von Versuchen angestellt, deren Mittheilung Gegenstand nachfolgender Darstellung ist.

Zugleich kann ich nicht unterlassen, hervorzuheben, dass ich das gewonnene Resultat zum grössten Theil der unten mitgetheilten Untersuchungsmethode, welche Hr. Prof. Rosenthal so freundlich war, mir anzugeben, sowie den vorzüglichen Vorrichtungen zuzuschreiben habe, deren Benutzung im hiesigen physiologischen Laboratorium ich der Güte des Hrn. Prof. du Bois-Reymond verdanke.

Gern ergreife ich daher diese Gelegenheit, meinen hochverehrten Lehrern für diese von Neuem meinen Bestrebungen freundlichst gewährte Unterstützung meinen innigsten Dank zu sagen.

Die Nerven der Froschhaut treten bekanntlich gemein-

1) Zeitschrift für rat. Med. von Henle u. Pfeuffer (3) XV. S. 208.

2) Da Valentin nur einige Male bei Reizung der Nerven die Nadel um wenige Grade zurückgehen, sie vielmehr in den meisten Fällen ihre unveränderte Stellung bewahren sah, so ist es überhaupt zweifelhaft, ob er in der That hiermit eine negative Schwankung des Drüsenstromes beobachtet hat.

schaftlich mit den Blutgefässen in Gestalt feiner Fäserchen, die Lymphräume durchsetzend, in dieselbe. Zwar ist die Endigungsweise dieser Nervenfasern noch nicht bekannt, es ist aber in hohem Grade wahrscheinlich, dass ein Theil derselben mit den so zahlreich die Froschhaut erfüllenden Drüsenschläuchen in Verbindung tritt. Um diese „secretorischen" Fasern zu erregen, müsste man jenen, die Lymphräume durchziehenden feinen Stämmchen die Inductionsströme zuleiten.

Indessen bei näherer Betrachtung zeigen sich die Schwierigkeiten dieses Verfahrens derartig, auch scheint die Unmöglichkeit auf diesem Wege ein unzweideutiges Resultat zu erreichen, so einleuchtend, dass von vornherein ein jeder Versuch zur Aufklärung der vorliegenden Frage als hoffnungslos hätte erscheinen müssen, wenn mir nicht durch die gütige Mittheilung des Hrn. Prof. Rosenthal eine Methode zu Gebote gestanden hätte, welche in der That an Einfachheit und Zweckmässigkeit nichts zu wünschen übrig liess. Sie besteht in Folgendem:

Nach der Herstellung des stromprüfenden Froschschenkels in der gewohnten Weise wird die Haut desselben, welche bis über das Kniegelenk hinauf noch den ganzen Unterschenkel bedeckt, durch einen Zirkelschnitt am Fussgelenk von den unterliegenden Theilen getrennt, durch einen Längsschnitt an der vorderen Fläche gespalten und vom ganzen Unterschenkel, bis in die Nähe des Kniegelenks abpräparirt und zurückgeschlagen. Nunmehr wird der Unterschenkel unterhalb des Kniees quer durchschnitten und entfernt, so dass man nur den N. ischiadicus, in Verbindung mit dem Kniegelenk und der Haut des Unterschenkels, zurückbehält, während zugleich zwei im Stamm des Ischiadicus verlaufende und in der Kniekehle zur Haut abgehende Nervenstämmchen mit dem Ischiadicus in unversehrter Verbindung erhalten bleiben.

Durch diese Präparation erhält man einmal im N. ischiadicus ein genügend langes, für die elektrische Reizung bequemes Nervenstück und ferner sind nunmehr die mit dem Stamm des Ischiadicus verlaufenden Hautäste durch das gemeinschaftliche Neurilemm vor der raschen Austrocknung geschützt, wel-

cher sie sonst, wegen ihrer Feinheit, in isolirtem Zustande fast augenblicklich erliegen müssen.

Um den Hautstrom abzuleiten, füllt man nun die Innenfläche der Haut aus durch einen Cylinder aus plastischem, mit $^3/_4$ procentiger Kochsalzlösung angerührtem Thon von der Gestalt des Unterschenkels. Die Rückenfläche der Haut wird dann mit dem einen, der aus dem Innern etwas hervorragende Thoncylinder mit dem andern der Bäusche der du Bois'schen Zinktröge in Verbindung gesetzt und solchergestalt der Hautstrom von der äusseren und inneren Fläche abgeleitet.

Zur Reizung des Ischiadicus diente ein grosser du Bois'scher Magnetelektromotor, der durch ein Daniell'sches Element versorgt wurde. Die Inductionsströme wurden dem Nerven mittelst der du Bois'schen Zuleitungsröhren mit Thonspitzen zugeführt und es wurde die elektromotorische Kraft des Drüsenstromes in der gewohnten Weise mittelst einer Spiegelbussole an dem runden Compensator von du Bois-Reymond gemessen.

Es zeigte sich nun, dass der Erfolg der Reizung abhängig war von der ursprünglichen Grösse des Drüsenstromes. War dieser nur irgend beträchtlich, so erfuhr er stets durch die Reizung der Hautnerven eine mehr oder minder grosse Abnahme und da dies in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle eintrat, so ist diese „negative Schwankung" des Drüsenstromes im Allgemeinen als die Folge der Reizung der Drüsennerven zu bezeichnen.

Bei ursprünglich unbedeutender Grösse des Stroms hingegen wurde bisweilen statt der Abnahme eine Zunahme des Stromes, statt der negativen eine positive Schwankung beobachtet.

Es scheint hiernach, als ob während der Thätigkeit der Hautdrüsen des Frosches ihre elektromotorische Kraft einem mittleren Werthe, sei es nun durch negative oder positive Schwankung ihrer ursprünglichen Grösse, sich nähert.

Es ist fraglich, ob diese Schwankung des Drüsenstromes, wie die des Muskelstromes, ein discontinuirlicher Vorgang ist,

oder ob sie in einem stetigen Absinken oder Ansteigen des ursprünglichen Stromes besteht. Zwar erhält man durch Auflegen des Nerven eines stromprüfenden Froschschenkels auf die Drüsenhaut, deren Nerven tetanisirt werden, keinen secundären Tetanus im zugehörigen Muskel, aber dies beweist nichts gegen die Discontinuität des Vorganges, weil wir jetzt durch Bernstein[1]) wissen, dass auch die negative Schwankung des Nervenstroms sich wirklich, wie du Bois-Reymond vermuthet hatte, aus einzelnen Stromstössen zusammensetzt, trotzdem es, bei Vermeidung elektrotonischer Schwankungen nicht gelingt, secundären Tetanus von Nerven aus zu erhalten.

Es ist selbstverständlich, dass ich vor allen Dingen mich zu vergewissern suchte, ob die beobachtete Veränderung des Drüsenstroms nicht einfach auf einer durch Versuchsfehler bedingten Täuschung beruhe. Zunächst wurde daher, statt des Präparates, ein mit Speichel getränkter Wollfaden über die Bäusche und die Elektroden der secundären Spirale des, in gewöhnlicher Anordnung von zwei kleinen Grove'schen Elementen versorgten Magnetelektromotors gelegt.

Bis zur gegenseitigen Annäherung der Spiralen des letzteren auf 100 mm. blieb der Spiegel der Bussole vollkommen ruhig, nachdem zuvor eine geringe, durch Ungleichartigkeiten im Faden bedingte Ablenkung compensirt worden war. Von 60 mm. Entfernung der Spiralen an begann eine bis zum Abstande 0 mm. rasch ansteigende Ablenkung, herrührend, wie der Versuch zeigte, von unipolarer Abgleichung der elektrischen Spannungen im secundären Kreise. Bis auf 100 mm. konnten demnach bei dieser Anordnung die Rollen einander genähert werden, ohne dass eine Täuschung durch unipolare Induction zu befürchten war. Stellte ich aber am Magnetelektromotor die Helmholtz'sche Modification her, so war selbst bei vollständigem Uebereinandergeschobensein der Rollen keine Spur einer Ablenkung des Spiegels zu beobachten. Bei den eigentlichen Versuchen bediente ich mich daher fast ausschliesslich dieser An-

1) „Ueber den zeitlichen Verlauf der negativen Schwankung des Nervenstroms" von Dr. J. Bernstein. Pflüger's Archiv für Physiologie. Bd. I. 1868. S. 187.

ordnung. Natürlich verliefen die Leitungsdrähte von einander wohl isolirt in die feuchte Kammer, deren Boden, von Glasröhrchen umhülst, durchsetzend.

In vielen Versuchen wurde ferner der Nerv zwischen der Haut und der gereizten Stelle durchschnitten und die durchschnittenen Enden desselben wieder an einander gelegt; nunmehr blieb jede Spur einer Veränderung des Drüsenstromes, auch bei stärkster Reizung des Nerven, oberhalb der Schnittstelle aus.

Ferner ist zu bemerken, dass einige Zeit nach der Reizung des Nerven die Haut ein nasses, triefendes Aussehen darbot, offenbar also secernirten die Hautdrüsen und ihr Secret ergoss sich auf die Oberfläche der Haut. Aufgelegtes Lackmuspapier wurde, auch ohne besonderen Druck anzuwenden [1]), alsbald intensiv fleckig geröthet; das Secret war also von unzweifelhaft saurer Reaction.

Es ist hier daran zu erinnern, dass die Abhängigkeit der Secretion der Hautdrüsen von den Nerven schon vor langer Zeit von C. Eckhard [2]) experimentell nachgewiesen worden ist. Derselbe beobachtete bei Reizung des N. ischiadicus sowohl, als der Drüsen selbst, eine Entleerung des Hautsecretes bei der Kröte und giebt an, dass er sich durch einen besonderen Versuch davon überzeugt habe, dass die, die Entleerung des Secretes vermittelnden Fasern in den vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven liegen.

Alles dies, sowie einige andere unten mitgetheilte Thatsachen beweisen, dass die beobachtete Erscheinung nicht auf Täuschungen beruhen konnte. Man könnte aber noch, wie es scheint mit Recht, einwenden, dass die Schwankung des Hautstromes veranlasst würde durch Veränderungen im elektromotorischen Verhalten musculöser, in der Haut vorhandener Elemente. In der That ist das Vorhandensein glatter Muskelfasern

1) E. du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II, Abth 2, S. 17.

2) C. Eckhard. Ueber den Bau der Hautdrüsen der Kröten und die Abhängigkeit der Entleerung ihres Secretes vom centralen Nervensystem. Dieses Archiv 1849, S. 427.

in der Froschhaut von einigen Autoren behauptet worden. Diese Angaben wurden aber schon von Leydig[1]) bestritten und neuerdings hat Stieda[2]) den bestimmten Nachweis geliefert, dass nur die sehr spärlich (nach Leydig nur in der Seitenlinie) in der Haut vertheilten „contractilen" Drüsen von einer dünnen Schicht contractiler Faserzellen umgeben sind, dass Letztere aber sonst der Froschhaut gänzlich fehlen. Hiernach wird Niemand mehr daran denken, die so beträchtliche Schwankung (s. unten) des Drüsenstromes von diesen wenigen Faserzellen herzuleiten.

Soviel zur Sicherstellung der Thatsache. Ich wende mich nun zur näheren Prüfung derselben unter verschiedenen Bedingungen.

Was zunächst den zeitlichen Verlauf der Schwankung betrifft, so beginnt dieselbe erst eine messbare Zeit nach Anfang der Reizung, und wächst dann, anfangs schnell, später mit abnehmender Geschwindigkeit zu einem Maximum an, von dem sie bei fortdauernder Reizung wieder zu sinken beginnt. Nach Aufhören der Reizung erreicht der Drüsenstrom, durch eine nunmehr positive Schwankung von ungleich längerer Dauer, allmählich seine ursprüngliche Grösse nahezu wieder.

Die Grösse der Schwankung ist bei demselben Präparat um so beträchtlicher, je frischer dieses ist und je stärker die angewendeten Inductionsströme sind. Bei oft wiederholter Reizung tritt rasch ein Zustand der Ermüdung ein; es nimmt sowohl die Grösse der Schwankung, als auch, durch Zunahme des Stadiums der „latenten Reizung", die Zeitdauer der Schwankung ab, während die Gesammtdauer des Vorganges sich nicht merklich verändert.

Abgesehen von dieser durch zu rasch wiederholte Reizung bedingten Ermüdung tritt mit gleichzeitiger Verminderung der ursprünglichen Grösse des Drüsenstromes mit der Zeit eine Abnahme in der Grösse der Schwankung ein, so dass schliesslich,

1) F. Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. 1857. S. 82.

2) L. Stieda, Ueber den Bau der Haut des Frosches. Dieses Archiv 1865. S. 52 – 65.

durch Erschöpfung des Präparates (oder des Materials der Drüsenzellen?), die Schwankung des nunmehr nicht selten sehr verminderten Stromes unmerklich wird.

Bei besonders leistungsfähigen Präparaten sieht man diesem Sinken der Grösse der Schwankung ein nicht unbeträchtliches Anwachsen derselben vorhergehen.

Folgende Beispiele mögen diese Verhältnisse veranschaulichen:

I.

Abstand der Inductions-Rollen von einander.	Elektromotorische Kraft des Drüsenstromes vor der Reizung	während der Reizung	nach der Reizung	Grösse der Schwankung.	Bemerkungen.
a [1])	b	c	d	b — c	e
mm.	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.	
100	112,1	102,3	105,0	9,8	Magnetelektromotor in gewöhnl. Anordnung.
180	105,0	100,2	103,5	4,8	
180	104,0	101,1	104,6	2,9	
100	104,6	97,2	103,0	7,4	2 Grove als Reizkette.
100	104,0	98,2	104,9	5,8	
100	106,0	101,8	107,1	4,2	

II.

a	b	c	d	b — c	e
mm.	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.	
70	166,0	140,8	173,8	25,2	Magnetelektromotor mit Helmholtz'scher Modification.
80	173,8	167,0	180,1	6,8	1 Daniell als Reizkette.
80	180,1	175,5	180,8	4,6	
70	180,8	158,8	176,1	22,0	
70	178,8	162,8	173,0	16,0	
70	173,0	161,8	172,5	12,2	
70	174,2	167,7	174,8	6,5	
70	174,8	171,2	175,1	3,6	
80	175,1	172,8	175,1	2,3	
60	175,1	148,0	169,0	27,1	
60	171,7	151,2	181,2	20,5	
60—0	181,0	181,0	181,0	0	

Vor dem letzten Versuch (die Messungen folgten in der Reihenfolge, wie sie hier mitgetheilt sind, zeitlich aufeinander),

1) Diese Buchstaben sind der Abkürzung wegen gewählt und für alle folgenden Tabellen in derselben Bedeutung angewendet.

war der Nerv durchschnitten worden, selbst beim Rollenabstand 0 erfolgte nun keine Veränderung mehr. Jetzt wird das peripherische Ende des Nerven auf die Reizelektroden gelegt und in den Messungen fortgefahren:

a	b	c	d	b—c	e
mm.	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.	
50	181,0	174,1	180,1	6,9	
50	180,1	176,5	—	3,6	
40	180,6	167,0	177,8	13,6	
Die Pole der secundären Spirale werden gewechselt.					
40	180,9	169,2	—	11,7	
40	180,1	173,0	180,0	7,1	
30	180,0	175,1	—	4,9	
0	180,9	175,5	—	5,4	
0	180,4	176,5	—	3,9	

Das Präparat ist nunmehr fast erschöpft, denn Verstärkung der Reizung hat keine nennenswerthe Verstärkung der schon tief gesunkenen Schwankungsgrösse zur Folge. Dass auch nach dem Polwechsel die Natur des Vorganges sich nicht änderte, scheint zu beweisen, dass derselbe durch positive Elektrotonusphasen nicht bedingt sein kann.

In folgenden Beispielen sieht man dem Sinken der Schwankungsgrösse ein Ansteigen derselben vorangehen:

I.

a	b	c	b—c	e
mm.	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.	
80	58,9	53,0	5,9	Helmholtz'sche
80	53,0	46,8	6,2	Modification.
80	54,6	47,2	7,4	1 Daniell.
80	54,4	48,0	6,4	
80	54,2	48,0	6,2	
80	52,8	47,2	5,6	
80	47,2	43,1	4,1	
60	36,3	34,3	2,0	
0	36,3	34,2	2,1	
0	33,0	32,2	0,8	

II.

a	b	c	b—c	e
mm.	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.	
60	235	228,2	7,6	Dieselbe Anordnung.
60	237,0	221,6	15,4	
60	235,8	220,2	15,6	
60	230,5	209,3	21,2	
60	221,0	197,4	23,6	
60	210,2	187,9	22,3	
60	205,2	182,8	22,4	
60	196,7	177,7	19,0	
60	190,0	172,0	18,0	

Um die Zahlen nicht zu sehr zu häufen, lasse ich die sieben nächsten Nummern aus; sie zeigten, trotz der gleichbleibenden Stromstärke (60 mm. Abst.) ein stetiges Sinken sowohl des ursprünglichen Stromes, als auch der Schwankungsgrösse. Sodann folgten

50	168,2	162,0	8,2	
40	168,2	141,0	27,2	
40	160,8	149,2	12,6	

Das centrale Ende des Ischiadicus wird nun in ein Näpfchen, gefüllt mit gesättigter Kochsalzlösung, versenkt, in Folge dessen sinkt die elektromotorische Kraft der Haut zuerst rasch von

160,2 auf 150,8

und sodann noch, langsamer auf 147,0 | Differenz: 13,2

Der Nerv wird nunmehr unterhalb der angeätzten Stellen durchschnitten, die Kraft steigt wieder

auf 152,8.

Dieser Erfolg der chemischen Reizung bestätigt von Neuem, dass es nicht Versuchsfehler waren, welche uns die Erscheinung einer Schwankung des Drüsenstromes vorspiegelten; von Stromschleifen, unipolarer Abgleichung, elektrotonischen Phasen kann ja bei dieser Art der Reizung keine Rede sein.

Es war nunmehr noch von Interesse, zu erfahren, ob die Drüsen-Nerven von dem Curara afficirt würden, oder ob nach Curara-Vergiftung, trotz der Lähmung der motorischen Fasern, sich bei Reizung des Ischiadicus eine Schwankung des Drüsenstromes würde beobachten lassen.

Der Versuch zeigte das Letztere; die Schwankung trat in ungemindertem, ja wie es scheint, sogar in verstärktem Maasse auf. **Durch Curara werden also die Drüsennerven nicht gelähmt**[1]).

Beispiele:

I.

a	b	c	b c	e
mm.	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.	
80	132,9	123,3	9,6	Helmholtz'sche Modification. Frosch mit Curara vergiftet. 1 Daniell.
80	130,4	125,9	4,5	
60	130,2	115,6 (?)	14,6 (?)	
60	130,0	89,1	40,9	
60	116,0	80,1	33,9	
60	108,2	79,5	28,8	
50	100,2	82,2	18,0	

II.

a	b	c	b — c	e
mm.	Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.	
80	393,0	342,3	50,7	Dieselbe Anordnung. Die Haut hat, nach Tödtung des Frosches, einige Zeit von Muskelmassen bedeckt, feucht gelegen.
80	375,0	334,0	41,0	
60	333,3	276,3	57,0	
60	305,1	249,8	55,3	
0	274,5	221,0	53,5	
	251,1	Das Nervenende wird in Kochsalzlösung gelegt; die Kraft sinkt rasch von		
	251,1	auf 240,8	Diff.	
sodann allmählich		„ 212,2	38,9	

Das angeätzte Nervenstück wird abgeschnitten und der Nerv wieder auf die Reizelektroden gelegt:

a	b	c	b — c	e
80	246,3	240,2	6,1	
40	252,3	211,8	41,5	
—	254,7	—	—	

(Bis zu 246,3 Cpgr. war die Kraft nach dem Abschneiden des angeätzten Endes von 212,2 Cpgr. aus wieder gestiegen.)

Aus diesem Versuch geht hervor, dass nicht allein elektrische, sondern auch chemische Reizung bei curarisirten Fröschen eine beträchtliche Schwankung des Drüsenstromes hervorruft. Ist es möglich, Angesichts dieser Thatsachen, noch länger im Zweifel zu sein darüber, dass die Schwankung des Drüsen-

---

1) Vgl. hierzu: F. Bidder, Ueber die Unterschiede in den Beziehungen des Pfeilgiftes u. s. w. Dieses Archiv 1865, S. 356 fg.

stromes während der Thätigkeit der Drüsen eine Eigenschaft der Letzteren sei und nicht auf Täuschungen beruhe, hervorgerufen durch die Art der Reizung?

Ob durch Curara die elektromotorische Kraft des Hautstromes in Folge vermehrten Blutzuflusses eine Steigerung erfährt, wie dies für den Muskel- und Nervenstrom der Fall ist, habe ich nicht näher untersucht, weil, wie ich glaube, wegen der grossen Verschiedenheit der Grösse der elektromotorischen Kraft der Hautdrüsen bei verschiedenen Individuen, ja selbst bei ein und demselben Individuum, es zur Zeit noch nicht möglich ist, vergleichende Untersuchungen in dieser Hinsicht mit Aussicht auf Erfolg anzustellen. Gleichwohl halte ich, aus mehreren Gründen, eine Steigerung der elektromotorischen Kraft der Hautdrüsen nicht allein nach Curara-, sondern auch nach Calabar-Vergiftung für sehr wahrscheinlich — unter Anderem bestimmt mich zu dieser Annahme jene bekanntlich durch Curara sowohl, wie durch Calabar, hervorgerufene „Hypersecretion“ der Froschhaut.

Aus dem zuletzt mitgetheilten Versuch, so wie aus einigen anderen ähnlichen, scheint sich mir ferner zu ergeben, dass die anfängliche Grösse des Hautstromes abhängig sei von der relativen Feuchtigkeit der Hautoberfläche. Den Strom fand ich nämlich häufig ausnehmend schwach, wenn die Haut längere Zeit (obschon im feuchten Raume) unbedeckt gelegen hatte, ausnahmslos aber — und oft, wie im letzten Versuch, überraschend — stark, wenn die Haut einige Zeit mit Muskelmasse oder anderen Hautstücken bedeckt gewesen war. Einen Grund für dieses Verhalten vermag ich nicht anzugeben, es scheint aber, als ob im ersteren Falle die Leistungsfähigkeit der Drüsen gelitten hätte, wenigstens versagte das Präparat meist schon nach einigen Reizversuchen den Dienst. Da nun meist nur in diesem Falle eine positive Schwankung des Stromes beobachtet wurde, so ist es fraglich, ob Letztere als eine normale Erscheinung aufzufassen ist; ich habe es daher unterlassen, Zahlenbeispiele für dieselben anzuführen.

Es blieb nunmehr zur endgültigen Feststellung der beobachteten Thatsachen noch die Aufgabe: die Frösche mit Strych-

nin zu vergiften, um sie zu veranlassen, selbst, durch Erregung ihrer Drüsennerven, eine Schwankung ihres Hautstromes hervorzurufen.

Die Versuche, durch welche ich dies Ziel zu erreichen strebte, wurden ganz in der Weise angestellt, wie dies schon früher von du Bois-Reymond[1]) bei der Erforschung der negativen Schwankung des Muskelstromes geschehen ist; nur lag hier statt des Gastroknemius die, in der oben angegebenen Weise präparirte, Haut des Unterschenkels auf den Bäuschen. Um sich vor Täuschungen zu sichern, ist hier vor allen Dingen darauf zu achten, dass die Haut bei den Bewegungen des auf einem Stativ befestigten Frosches keine Verschiebung auf den Bäuschen erleidet. Ferner ist es rathsam, durch Abtragung des Grosshirns die willkürlichen Bewegungen des Frosches auf ein Minimum zu reduciren, weil man sonst durch Schwankungen des Spiegels der Bussole belästigt wird, welche vor der Vergiftung bei heftigen Fluchtversuchen des Thieres die Folge von Schwankungen des Drüsenstromes sind, so dass man die später in Folge der Vergiftung erfolgenden Veränderungen nicht im Stande ist, scharf aufzufassen.

Mit dieser Vorsicht angestellt, ergeben nun die Versuche Folgendes:

Schon vor Beginn des eigentlichen Tetanus sieht man jeder, auf Erschütterung z. B. des Tisches, eintretenden tetanischen Zuckung eine beträchtliche Schwankung des Stromes folgen, welche, obwohl die Zuckung überdauernd, doch rasch wieder schwindet. Mit zunehmender Häufigkeit der tetanischen Anfälle folgen sich anch diese Schwankungen schneller und schneller, bis man, auf der Höhe des Tetanus, nicht selten ein beständiges Auf- und Abschwanken des Stromes beobachtet. Bisweilen erhält sich dann der Hautstrom dauernd auf einer niederen Grenze[2]). Durchschneidet man zu dieser Zeit den frei-

1) E. du Bois-Reymond, Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. 1. S. 56 fg.

2) Denselben Erfolg kann man auch durch Vergiftung des Frosches mit Pikrotoxin erhalten, er ist sogar wegen der längeren Dauer der Krampfanfälle hierbei noch frappanter.

liegenden Ischiadicus, so weicht dieses äusserst belebte Bild sofort der vollkommensten Ruhe und der Drüsenstrom erreicht wieder dauernd seine frühere Grösse.

Beispiel:

Einem Frosch werden das Grosshirn und die Vierhügel zerstört, und er wird sodann in der angegebenen Weise für den Versuch hergerichtet.

Die elektromotorische Kraft des Drüsenstromes beträgt vor der Vergiftung 691,6 Cpgr.

Nach der Vergiftung beobachtete man:

In der Ruhe.	Während des Anfalles.	Grösse der Schwankung.
Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.
691,6	665,1	16,5
692,7	637,2	55,5
690,1	620,5	69,6
620,0	587,0	33,5[1]
639,8	589,2	50,6
643,9	574,4	69,5
643,5	566,0	77,5

Der Nerv wird durchschnitten, und seine Enden werden wieder aneinandergelegt:

626,8	626,8	0

es erfolgt keine Spur einer Schwankung mehr.

Nerv in NaCl-lösung getaucht, die Kraft sinkt rasch von

626,8 auf 608,0

sodann allmählich auf

	493,3	Diff.
	432,5	194,3

Nach dem Abschneiden des angeätzten Nervenstückes steigt der Strom wieder nach und nach auf 635,2 Cpgr.

Endlich gelingt es aber, diesen Versuchen auch auf folgende Weise eine noch schlagendere Beweiskraft zu geben:

Wir haben oben gesehen, dass das Curara die Drüsen-Nerven intact lässt. Wie nun, wenn wir den Frosch vor der Strychnin-Vergiftung durch Curara bewegungslos machten, wird uns dann nicht, trotz des scheinbar leblosen Zustandes des Thieres, die Haut durch die negativen Schwankungen ihres Stromes den

1) Diese Zahl wurde nach einem spontanen Tetanusanfall gemessen, während die anderen meist Zuckungen entsprechen, die bei directer Berührung des Frosches eintraten.

heftigen Reizungszustand des Rückenmarkes Jenes getreulich abspiegeln? In der That, der Versuch bestätigt vollkommen diese, aus den bisherigen Beobachtungen gefolgerte, Vermuthung.

Der Frosch wird, nachdem er durch Curara vollständig gelähmt ist, wie zuvor hergerichtet, die Haut seines Unterschenkels auf die Bäusche gelegt, der Drüsenstrom gemessen und nun der Frosch mit Strychnin vergiftet. Anfänglich bleibt der Spiegel des Galvanometers vollkommen ruhig. Nach einiger Zeit aber beantwortet er jede Erschütterung, jede Berührung des Frosches, mit einer beträchtlichen Ablenkung im Sinne einer negativen Schwankung des Drüsenstromes.

Statt des unbeweglichen Frosches also sieht man — um mich eines Ausdrucks von *du Bois-Reymond*[1]) zu bedienen — *den Spiegel des Galvanometers gleichsam in Zuckungen gerathen.* —

Es ist gewiss bemerkenswerth, und gewährt bei Beobachtung dieses merkwürdigen Vorganges ein Gefühl hoher Befriedigung, dass die Vollkommenheit unserer Apparate es uns gestattet, solchergestalt Vorgänge der Natur abzulauschen, von deren Vorhandensein wir uns sonst in keiner Weise würden Gewissheit verschaffen können. Beispiel:

Hautstrom des mit Curara gelähmten Frosches, nach der Herrichtung für den Versuch anfänglich 468,0 Cpgr. Später 418,5 Cpgr. Der Frosch wird nun mit Strychnin vergiftet und man beobachtet:

In der Ruhe.	Im Tetanus — nach Berührung des Frosches.	Grösse der Schwankung.
Cpgr.	Cpgr.	Cpgr.
440,0	409,2	30,8
432,0	395,2	36,8
423,0	393,6	29,4
412,8	358,4	53,4
408,0	375,2	32,8
409,1	359,2	49,9
394,1	335,2	58,9
383,2	Der Nerv wird durchschnitten, seine Enden werden wieder zusammengelegt:	
376,0	376,0	0

Jede Spur einer Schwankung ist verschwunden. —

1) Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. 1. S. 512.

Zum Schluss bemerke ich noch, dass, nach Feststellung dieser Thatsachen, es mir auch gelungen ist, durch Reizung der feinen Hautnerven eine Schwankung des Stromes der Rückenhaut nachzuweisen. Die Inductionsströme wurden durch das obere Dach des Rückenmarkcanales geleitet, mit dem noch 5 bis 6 kleine Hautnerven in Verbindung standen. Die Haut wurde mit der Innenfläche nach aussen um einen Thoncylinder aufgerollt und der Strom von der Innen- und Aussenfläche abgeleitet. Die auf diesem Wege erhaltene Schwankung war nicht unbeträchtlich, indess versagte das Präparat meist schon nach der zweiten Reizung den Dienst, in Folge des Absterbens der Nervenstämmchen.

Berlin, den 14. September 1869.

Nachweis des Muskelstromes am unenthäuteten Frosche ohne Aetzung der Haut.

Von

Hermann Munk.

In meiner Abhandlung „Ueber die Präexistenz der elektrischen Gegensätze im Muskel und Nerven“ habe ich für den Nachweis des Gesammtmuskelstromes am unenthäuteten Frosche Versuche angegeben, bei welchen die Ströme des Frosches zwischen zwei geätzten Ableitungsstellen mit den reinen Hautströmen zwischen denselben Stellen in Vergleich kamen [1]. Die Aetzung war dabei in hergebrachter Weise gegen die elektromotorische Wirksamkeit der Froschhaut gerichtet, welche an den Ableitungsstellen vernichtet werden sollte; und wenn zwischen den geätzten Ableitungsstellen immer noch schwache Hautströme bestanden, so liess sich dies durch die elektromotorischen Kräfte der unversehrten Haut in der Umgebung der Aetzstellen erklären. Doch bin ich später daran irre geworden, dass die letztere Erklärung für sich allein ausreicht, weil nicht nur ein weiteres Verständniss der Richtung der schwachen Ströme zwischen den geätzten Stellen sich nicht gewinnen liess, sondern auch die Stärke dieser Ströme meist

1) Dieses Archiv, 1868. S. 565 – 71.

doch zu beträchtlich erschien. Ich wurde dadurch zu glauben geneigt, und der Versuch erwies die Richtigkeit meiner Vermuthung, dass selbst eine so starke Aetzung eines Hautstückes mit Argent. nitr., dass die unter der Haut gelegenen Muskeln deutlich angegriffen werden, die elektromotorische Wirksamkeit des Hautstückes nicht vollkommen beseitigt, sei es dass das Agens überhaupt nicht bis zur gänzlichen Vernichtung der elektromotorischen Kräfte der Haut eingreift, sei es dass es nur nicht überall gleichmässig seine Wirkung entfaltet, anderer Möglichkeiten nicht zu gedenken. That nun auch die neue Einsicht den im Eingange erwähnten Versuchen weiter keinen Eintrag, weil bei ihnen ausschliesslich die Existenz, nicht aber die Ursache der schwachen Hautströme zwischen den geätzten Ableitungsstellen von Bedeutung war, so wies sie doch darauf hin, dass bei anderweitiger Beseitigung der elektromotorischen Wirksamkeit der Haut die Versuche noch eine bessere Form gewinnen konnten; und bei der fundamentalen Bedeutung der Versuche war eine Möglichkeit, die sich für die Vervollkommnung derselben darbot, nicht zu vernachlässigen.

Auch mechanisch lassen sich, wie du Bois-Reymond gefunden hat, die elektromotorischen Theile der Froschhaut entfernen: wurden die oberen Schichten der Haut bis auf das Derma fortgeschabt, so waren die Ströme der Haut verschwunden [1]). Doch ist das Abschaben, so gut es an dem isolirten Hautstücke gelingt, an dem ganzen Thiere ein sehr missliches Verfahren, welches schwerlich auf eine grössere Strecke hin reinlich und ohne sonstige Verletzung des Thieres sich ausführen lässt. Vortheilhafter geht man auf andere Weise zu Werke. Nach Czermak lässt sich die Froschhaut mit geringer Mühe in zwei Lamellen spalten: eine äussere, welche die Epidermis, die Pigmentschicht darunter und die verfilzten Fasern mit den eingestreuten flaschenförmigen Drüsen umfasst, und eine innere, welche wesentlich nur vom Derma — hauptsächlich unverfilzten, horizontal verlaufenden Bindegewebsfasern — ge-

---

1) E. du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. II. Berlin 1860. S. 18.

bildet ist[1]). Diese Angabe ist allerdings in strengem Sinne nur richtig für solche Haut, welche durch Reagentien (Essigsäure, Sublimat) verändert ist, wie sie Czermak für seine mikroskopischen Untersuchungen verwandte: bei unversehrter frischer Haut kann von einer eigentlichen Spaltung, einem Abziehen der äusseren Lamelle in einigermassen beträchtlichen Fetzen, wegen zu geringer Cohäsion dieser Lamelle nicht die Rede sein. Aber es lässt sich doch an der frischen Haut die äussere Lamelle Czermak's, wenn auch mit grosser Mühe, auf die Weise entfernen, dass man mit einer Nadel zwischen die beiden Lamellen dringt und Stückchen für Stückchen der äusseren Lamelle abhebt und abreisst. Man bedient sich dazu nach meinen Erfahrungen am besten einer lanzenförmigen Staarnadel, deren Spitze man abgebrochen hat, um dem Durchstechen der ganzen Haut möglichst vorzubeugen; ist die Nadel irgendwo durch die innere Lamelle der Haut in den Lymphsack gedrungen, so ist das Thier für die beabsichtigte Untersuchung zu verwerfen, und dadurch wird, ehe die nöthige Uebung in der Präparation erlangt ist, viele aufgewandte Mühe eine vergebene. An dickeren Hautpartieen kommt man natürlich eher mit der Präparation zu Stande, als an dünneren: dieselbe ist daher am leichtesten am Nacken auszuführen, schwieriger schon am Tarsus; an den Zehen ist sie mir nie gelungen.

An einem mit Curare vergifteten Frosche nahm ich also am Nacken und an der äusseren Fläche jedes Tarsus die äussere Lamelle der Haut fort, so dass das Derma in unversehrter Continuität und ganz rein am Nacken in 12—15 mm, am Tarsus in 6—8 mm Länge und Breite freilag. Auf die Mitten der präparirten Hautstellen wurden die Spitzen der Zuleitungsröhren gesetzt und die Ströme des Frosches zwischen diesen Stellen bestimmt. Sodann wurde die Haut des Rückens und der hinteren Extremitäten durch Hautschnitte, welche am

1) Johann N. Czermak, Ueber die Hautnerven des Frosches. Dieses Archiv, 1849. S. 255. — Nach den Bezeichnungen von C. J. Eberth (Untersuchungen zur normalen und pathologischen Anatomie der Froschhaut. Leipzig 1869.) ist Czermak's innere Lamelle von der mittleren und untersten Schicht der Cutis gebildet.

Kopfe, an den Seiten und am Bauche des Frosches geführt wurden, isolirt, abgezogen und in der früher (1868. S. 566) beschriebenen Weise auf dem Thonlager ausgebreitet; wiederum wurden die Ströme zwischen denselben Hautstellen geprüft. Endlich wurde an dem ganz enthäuteten Frosche der Gesammtmuskelstrom zwischen den entsprechenden Stellen des Nackens und des Tarsus untersucht. Die Lagerung des Frosches und die Empfindlichkeit der Bussole waren die früher (1868. S. 536) angegebenen. Bei zusammengeschobenen Spitzen der Zuleitungsröhren, deren Zinkvitriollösung möglichst neutral war, wurde der Spiegel oft gar nicht und höchstens um 2 sc abgelenkt.

Mehr als zwanzig solche Versuche habe ich mit constantem Erfolge im November 1868 an mässig parelektronomischen Fröschen, welche nur wenig Lymphe in den Lymphsäcken besassen, angestellt. Am unenthäuteten Frosche traten immer schwache aufsteigende Ströme auf, welche im Mittel 30 sc Ablenkung bedingten. An der abgezogenen Haut auf dem Thonlager wurde meist Stromlosigkeit beobachtet; und die höchst schwachen auf- oder absteigenden Ströme, welche in einigen Fällen sich zeigten, lenkten den Spiegel nur um wenige, nie bis um 10 sc ab. Endlich gab der aufsteigende Gesammtmuskelstrom des enthäuteten Frosches im Mittel 50 sc Ablenkung.

Diese Art des Nachweises des Gesammtmuskelstromes am unenthäuteten Frosche lässt, wie mir scheint, Nichts zu wünschen übrig. Sie hat ausser der leichteren Uebersichtlichkeit und der Einfachheit der Ergebnisse, welche beiläufig wiederum die unvollkommene Vernichtung der elektromotorischen Wirksamkeit der Haut durch die Aetzung darthun, vor den im Eingange angezogenen Versuchen auch noch das voraus, dass jeder Verdacht wegen Anätzung der Muskeln von vornherein ausgeschlossen ist. An schwach oder gar sehr schwach parelektronomischen Fröschen werden sich die Ergebnisse gewiss noch günstiger gestalten. Dagegen sind stark parelektronomische Frösche begreiflich für die Untersuchung weniger brauchbar: so gaben in zwei Fällen, bei einem aufsteigenden Gesammt-

muskelstrome des enthäuteten Frosches von 12—15 sc, die aufsteigenden Ströme des unenthäuteten Frosches noch nicht 10 sc Ablenkung, so dass diese Ströme von einerlei Ordnung mit den manchmal an der Haut allein auftretenden Strömen waren*).

Berlin, im December 1869.

---

*) Das 4. Heft der „Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium in Würzburg" hat jüngst „Experimentelle Beiträge auf dem Gebiete der thierischen Elektricität" von Hrn. Jakob Worm Müller aus Christiania gebracht, deren erster Theil (S. 185—215) einige der in meiner Abhandlung „Ueber die Präexistenz der elektrischen Gegensätze im Muskel und Nerven" erörterten Fragen von Neuem behandelt und die Ergebnisse meiner Untersuchung bestätigt. Wenn Hr. Müller nebenbei Ausstellungen an meiner Arbeit gemacht hat, so erweisen sich dieselben dem mit dem Gegenstande vertrauten Leser zu leicht als in der unzulänglichen theils Sach- theils Sprachkenntniss des Hrn. Müller begründet, als dass es der Mühe lohnte, sie zu besprechen. Ich beschränke mich deshalb auf die im Interesse der Sache liegenden Bemerkungen, dass es gerade wegen der Nebenschliessungen, welche die Lymphe und die Musculatur selbst, unter Umständen auch eine Blutansammlung unter der Haut (vgl. Müller a. a. O. S. 191) für die Ströme der einzelnen Muskeln abgeben, durchaus unrichtig ist, wenn Hr. Müller seiner Messung der elektromotorischen Kraft einen viel grösseren Werth bei der bezüglichen Untersuchung zuspricht, als meiner Messung der Stromintensität, und wenn er ferner die Präexistenz des Gastroknemius-Stromes durch seine Versuche bewiesen zu haben glaubt. Der letztere Beweis wäre ein Fortschritt der Müller'schen Untersuchung gewesen, da aus meinen Versuchen immer nur die Präexistenz des Gesammtmuskelstromes unmittelbar sich ergeben hat.

Zur vergleichenden Anatomie der Amphibienherzen.

Von

Dr. Gustav Fritsch,
Assistenten am anatomischen Museum zu Berlin.

(Hierzu Taf. XVII. XVIII. XIX. XX.)

Als in den Fünfziger Jahren die Arbeiten von Brücke über die Circulation des Blutes beim Menschen sowie verschiedenen Thierklassen erschienen, wurde der Verfasser durch die mannigfachen anatomischen Bedenken, welche sich den Theorien des genannten Autors entgegenstellten, bewogen, eigene Untersuchungen über den Bau des Herzens anzustellen. Es ist ihm seitdem aus den Vorräthen des Berliner anatomischen Museums, sowie durch die Güte der Directoren des Berliner Aquarium, welche in liberalster Weise wissenschaftliche Arbeiten unterstützen, reiches Material aus der Klasse der Amphibien zu Händen gekommen, das auf die betreffenden Organe hin untersucht wurde. Auch Hr. Prof. Peters war so freundlich, mehrere in seinem Besitz befindliche Präparate zur Verfügung zu stellen. Es ergab sich im Verlauf der Untersuchungen, dass manches feinere Detail des Baues gänzlich unbekannt ist, manche gröbere Verhältnisse nur unvollkommen gekannt sind, und dass desshalb häufig Missverständnisse und Uncorrectheiten in den Autoren vorkommen. Obgleich die Arbeiten des Verfassers in dieser Richtung noch keineswegs abgeschlossen sind, so haben sie doch wenigstens einen Grad der Entwickelung erreicht, um

die vergleichende Uebersicht der hauptsächlichsten Formen zu erlauben, und es wurde die Veröffentlichung beschlossen mit der Absicht, etwa fühlbar werdende Lücken seiner Zeit auszufüllen.

Begreiflicher Weise kann man keine vergleichende Uebersicht geben ohne im Zusammenhange zu bleiben, und der Leser muss daher Nachsicht üben, wenn auch bereits bekannte Verhältnisse besprochen werden; denn nur nach Feststellung der thatsächlichen, anatomischen Grundlage ist es möglich, mit Erfolg auf die streitigen Punkte, welche nicht nur in Brücke'schen, sondern auch in manchen anderen Arbeiten auftauchen, näher einzugehen.

Um die Organisation der Herzen klar darzulegen, und über den feineren Bau, sowie die allgemeinen Lagerungs- und Grössenverhältnisse Einsicht zu erhalten, wurde im wesentlichen die bereits bekannte, für solche Fragen sehr empfehlenswerthe Hunter'sche Methode angewandt, welche recht instructive Präparate liefert. Sobald das zu untersuchende Herz in situ mit Schwämmchen leicht angewärmt war, wurde geschmolzenes Talg von einer der Venae cavae oder der V. pulmonalis, eventuell von beiden aus injicirt, nach dem Erkalten das Herz nebst den grossen Gefässen herauspräparirt, für einen oder mehrere Tage in Spiritus gelegt, und dann an der Luft getrocknet. Es ist darauf nicht schwer, mit dünnen Messern in beliebiger Richtung Schnitte hindurch zu führen, oder, falls man den Gesammteindruck nicht stören will, die einzelnen Abtheilungen durch Einschneiden von Fenstern zu eröffnen. Bei Anwendung einer mässigen Wärme, am besten in einem grossen eisernen Gefässe, worin man die Präparate durch schlechte Leiter oder durch Aufhängen vor Berührung der Wand schützt, läuft das Talg beim Schmelzen von selbst aus den Höhlungen, und die Theile bleiben in ihrer natürlichen Lagerung stehen, indem nur die Dickendurchmesser der Wandungen abgenommen haben. Der letzte Rest des Talges lässt sich leicht durch Ausziehen mittelst Terpenthin entfernen.

Der grosse Vortheil einer derartigen Präparation ist, dass die einzelnen Abtheilungen dabei vollständig ihre natürliche Lage zu einander behalten, und die relativen Grössenverhält-

nisse, wie sie dem lebenden Thier bei circulirendem Blut zukommen, möglichst richtig dargestellt werden. Fast alle Abbildungen dieser Organe, welche dem Autor bekannt wurden, sind offenbar nach gar nicht oder doch unvollkommen injicirten Herzen gemacht und erscheinen aus diesem Grunde wenig instructiv. Auch die prächtigen, mit meisterhafter Technik ausgeführten Illustrationen zu der Brücke'schen Abhandlung in den Denkschriften der Wiener Akademie [1]) sind nicht frei von dem Vorwurf, dass die natürliche Lagerung der Theile mehr oder weniger stark verändert ist, obgleich ähnliche Methoden wie die oben angegebene zur Herstellung der Präparate gedient haben. In diesem Mangel mag ein Theil der hier zu erörternden Abweichungen von den Angaben des genannten Autors seinen Grund haben.

Eine Vergleichung der hier gegebenen Darstellungen mit früher erschienenen wird den Unterschied sofort erkennen lassen, und hofft der Autor, dass, auch wenn sie sich in Feinheit der Ausführung nicht mit den Brücke'schen messen können, doch das Urtheil zu Gunsten der seinigen ausfallen wird, in welcher Hoffnung er auch bereits wiederholt abgebildete Objecte auf's neue aufgenommen hat.

Ohne den Ueberblick über die allgemeine Form zu haben, dürften die gegebenen Querschnitte einzelner Abtheilungen überdies den meisten Lesern kaum verständlich sein; von solchen Figuren aber findet sich, obgleich sie ganz besonders instructiv sind, in den betreffenden Werken eigentlich gar Nichts, und es ist höchstens durch Eröffnung eines oder des anderen Theiles ein meist ziemlich unklarer Einblick in die Verhältnisse der inneren Organisation gewonnen worden. Verfasser glaubt es sich daher zum Verdienst anrechnen zu dürfen, eine Reihe derartiger Darstellungen gegeben zu haben und legt auf dieselben ein specielles Gewicht.

Der Ursprung und die Verzweigung der grossen Gefässstämme ist nach Präparaten entworfen, welche durch Injection

1) Br. a. a. O. Mathem. naturw. Kl. 1852. Beiträge zur vergleich. Anatomie und Physiologie des Gefäss-Systemes d. Amphibien, S. 335. Taf. XVIII. u s. w.

verschiedener Massen zur Anschauung gebracht wurden, auf die näher einzugehen überflüssig erscheint, da hierbei nur gröbere Verhältnisse in Frage kommen.

I.

Aeussere Gestalt und Lage der Herzabschnitte.

Die grosse That der neueren Systematiker, die alte Klasse der Amphibien in zwei gleichberechtigte zu spalten, in Reptilien und Batrachier, ist auch im Hinblick auf manche andere Punkte, welche zu besprechen hier nicht der Ort ist, als eine Errungenschaft von zweifelhaftem Werthe zu bezeichnen, besonders zeigt sich dies aber bei vergleichender Betrachtung der Herzorganisation, eines Momentes, welches ja in der Classification des Thierreiches mit Recht eine so wichtige Rolle spielt. Hier ist durch alle Familien hindurch der Grundtypus des Baues der centralen Circulationsorgane derselbe; überall existirt ein doppelter Kreislauf, überall tritt aber eine Vermischung beider Blutarten, des arteriellen und venösen Blutes ein.

Diese Vermischung variirt dem Grade nach in den Familien und ist bei den niedrigst organisirten Formen so bedeutend, dass die Trennung nahezu vollständig illusorisch wird. Da der Unterschied stets nur in dem Grade beruht, und wenigstens die Tendenz einer Trennung beider Blutarten bei sämmtlichen Familien nachweisbar ist, so kann man aus diesem Moment keinen Grund herleiten, sie in zwei Klassen zu spalten, oder man müsste drei, vier daraus machen. Es liegt der Organisation dieser Thiere der Plan zu Grunde, sie fähig zu machen unter wechselnden Lebensbedingungen zu existiren, was ihr alter Name ja bekanntlich besagen will, und es ist ihnen demgemäss die Möglichkeit einer Arterialisation des aus dem grossen Kreislauf zurückkehrenden Blutes gegeben, ohne dass daraus wie bei höheren und zum Theil selbst tieferen ein in gleicher Weise dringendes Bedürfniss erwüchse.

Sie sollen also auch in dieser Arbeit, nicht ohne Vortritt

bedeutender Autoren, immer noch als „Amphibien“ eingeführt werden, zu denen die Batrachier eine Unterabtheilung bilden, welche den Typus nur in verschwommneren Umrissen zeigt, da sie die niedrigst stehende ist und die Uebergangsglieder für die nächstuntere Klasse, die Fische, enthält. So hat Richard Owen, der sich doch gerade in diesem Gebiet durch eigene Arbeiten ausgezeichnet hat, keinen Anstand genommen, in seinem berühmten Werke die vergleichende Besprechung des Circulationsapparates dieser Thiere unter einem Titel (Reptiles) zu geben[1]. Ein französischer Forscher ersten Ranges, Milne-Edwards, befolgt den entgegengesetzten Plan, d. h. er trennt die Klassen, und zwar sind die dafür angegebenen leitenden Grundgedanken so treffend, dass man nicht umhin kann, ihnen beizupflichten; leider aber tritt in diesem Kapitel seiner Lessons wie in vielen ähnlichen die geringe kritische Würdigung der Thatsachen, sowie der Mangel einer harmonischen Uebereinstimmung der massenhaft angehäuften, einzelnen Daten so schlagend hervor, dass man den Principien des Autors selbst folgend, bei gehöriger Sichtung des Gegebenen zu dem entgegengesetzten Resultat kommen muss[2]. Es wird sich dies im Verlauf der Darstellung deutlicher entwickeln lassen. Auch Brücke[3] hat keinen Grund gesehen für seine vergleichenden Betrachtungen des Circulationsapparates hierher gehöriger Thiere von der alten Eintheilung abzugehen.

Entsprechend dem oben angegebenen Plan des Kreislaufes bei den Amphibien finden wir das centrale Organ stets bestehend aus dem in zwei Abtheilungen getrennten Atrium, welches in den höchsten Formen den Uebertritt des Blutes von einer zur anderen nicht mehr gestattet, in den niedrigsten durch eine den Trabekeln sich anfügende, mehr oder weniger unvollständige Membran nur mangelhaft getheilt ist. An dies Atrium schliesst sich ein cavernöser Ventrikel mit rudimentärer Scheidewand aus verflochtenen Trabekelsystemen, welche sich nur bei

---

1) R. Owen, Comparative Anatomy, V. I. p. 500.

2) Milne-Edwards. Lessons sur la Physiologie et l'Anatomie Comparée XXVIII, Less. p. 408.

3) Br. a. a. O. Denkschr. d. Wien. Academ. 1852.

einer Familie, den Crocodilinen, wenigstens in gewissem Sinne zu einer vollständig dicht absperrenden Schicht schliessen.

Aus diesem Ventrikel geht ein cylindrischer Abschnitt hervor, der durch ein oder mehrere Scheidewände in verschiedene Blutbahnen getheilt ist, und Bulbus oder Truncus arteriosus genannt wird, da aus ihm die Arterienstämme sämmtlich ihren Ursprung nehmen. Der dem Atrium zunächst gelegene Abschnitt der Hohlvenen erhält sackartige Erweiterungen, welche durch ihr besonderes Verhalten zu den übrigen Herztheilen die Bedeutung einer centralen Abtheilung des Gefässsystemes bekommen; den Lungenvenen fehlen ähnliche Einrichtungen.

Dies ist der allgemeine, durchgreifende Typus des Baues, wie er sich trotz mannigfacher Variationen stets wiederfinden lässt und die Zusammengehörigkeit der Familien erweist. Ueber die verhältnissmässige Grösse des ganzen Herzens und seiner Lagerung, sowie über die Haupt-Gefässstämme hat Rathke[1]) in seiner ausführlichen, sehr sorgfältigen Arbeit über die Aortenwurzeln der Saurier einen genügenden Ueberblick gegeben, zu welchem wenig Wichtiges hinzuzufügen sein dürfte. Der genannte Autor betont mit Recht, dass das Herz bei den meisten Schuppenechsen sehr nahe am Halse liegt, man kann aber im allgemeinen sagen, dass es bei vollkommener entwickelten Amphibien tiefer (er nennt es weiter nach hinten[2]) herabgerückt ist, als bei den niedriger stehenden, durch welche Lagerung des Herzens die letzteren embryonalen Verhältnissen sich etwas nähern. So zeichnet es sich bei den Chelonii, deren Gefässsystem einen hohen Grad der Ausbildung zeigt, durch seinen tiefen Stand aus, indem es den oberen Rand des Sternalschildes bei weitem nicht erreicht, sondern nach Entfernung desselben zwischen den Schlüsselbeinen erscheint und das Ende des unteren (hinteren) nach abwärts nahezu berührt. Eben so tief liegt es auch bei den Crocodilen, bei welchen nach Trennung der Bauchrippen vom Brustbeine dasselbe leicht vom unteren (hinteren)

1) Untersuchungen über die Aortenwurzeln der Saurier. Denkschrift der k. Academie der Wissensch. Math. naturw. Kl. 1857, S. 51.

2) Es wird bei den örtlichen Bezeichnungen in dieser Arbeit stets von der aufrechten Stellung des Körpers ausgegangen.

Ende dieses Knochens aus in seiner grössten Ausdehnung frei gelegt werden kann, ohne mehr als die knorpeligen Theile des Sternum zu trennen; ähnlich ist das Verhalten bei den langgestreckten Varanen, und dann folgen erst die eigentlichen Eidechsen, unter welchen es bei denen mit kurzem Hals unmittelbar an die Kehle grenzt, stets jedoch wenigstens zum grössten Theile der oberen (vorderen) Platte des Brustbeines dicht anliegend. Wo dieser Knochen sich verkürzt, wie bei den Scincoiden, bei Pseudopus u. s. w. folgt das Herz demselben, indem es weiter nach dem Halse zu hinaufrückt, jedoch in sehr verschiedenem Grade, wie Rathke[1]) durch genaue Messungen festgestellt hat. Abweichend von der allgemeinen Regel sind nur die Wirtelschleichen, welche den Uebergang zu den Schlangen bilden und dies auch durch die tiefe Lagerung des Herzens bekunden.

Bei den Schlangen selbst wird dasselbe durch das Verschwinden des Brustbeines gewissermassen von dem zwingenden Moment, welches ihm die Stellung anwies, befreit und entfernt sich eine bedeutende Strecke vom Kopfe in die beginnende Erweiterung des Rumpfes. Durch die Einlagerung des Oesophagus auf der linken Seite wird das Herz, besonders wenn es gefüllt ist, auf die rechte gedrängt, wo es unmittelbar den Rippen- und Bauchmuskeln anliegt. Schlemm[2]) hat bereits auf dieses Verhalten aufmerksam gemacht, durch einen offenbaren Lapsus calami deducirt er aber aus den eben angedeuteten Verhältnissen eine Verschiebung nach der linken Seite.

Besonders hoch liegt es, zumal im Vergleich mit dem langgestreckten Körper, wieder bei den Salamandrinen, bei welchen bekanntlich das Brustbein keineswegs sehr verkürzt ist, und auch bei den Perennibranchiaten findet sich seine Stellung dem Halse relativ nahe, wenn dies Verhalten auch nicht so auffallend erscheint, als bei den eben genannten Thieren. Bei den eigentlichen Batrachiern ist die hohe Lagerung des Herzens weniger bemerkenswerth, obgleich immerhin im Vergleich mit den erst erwähnten Klassen deutlich genug.

---

1) a. a. O. S. 58.

2) Anatom. Beschr. d. Blutgefässsyst. d. Schlangen. Treviranus Zeitschr. f. Physiol. T. II, S. 102.

In keiner Abtheilung der Amphibien lässt sich eine Neigung der Längsaxe von rechts oben nach links unten, wie sie bei höheren Wirbelthieren constant ist, nachweisen; das Herz steht bei den meisten wesentlich gerade im Thorax und in den letzten Ordnungen besonders den Perennibranchiaten (Axolotl) ist eine Hinneigung des Ventrikels nach rechts unverkennbar.

Nach Eröffnung des festen, bei den Batrachiern mit Pigmentzellen versehenen Pericardium liegt der Ventrikel frei zu Tage, welcher durch die Einstülpung des Herzbeutels sowohl oben am Ausgang des Truncus arteriosus, als auch in vielen Fällen am Apex an den parietalen Theil befestigt ist. Höher gelegene anderweitige Anheftungen, wie sie von einzelnen Autoren beschrieben werden, dürften unter die pathologischen Gebilde zu rechnen sein, dagegen erscheint das Ligament an der Spitze bei Crocodilen (Alligator lucius), Cheloniern, Eidechsen und Batrachiern zwar nicht durchgängig, aber doch in den einzelnen Species so regelmässig und ist meist so kräftig entwickelt, dass es besondere Beachtung verdient.

Zuweilen verläuft durch dasselbe sogar ein Gefäss, wie von Bojanus bei Emys das Eintreten einer Herzvene in dasselbe beobachtet wurde, und Verfasser sah ebenfalls bei einer grossen Schildkröte (Makroclemys Temminckii) und bei Alligator lucius aus dem hinteren Sulcus ein Gefäss hineinreichen; als Regel lässt sich ein solches Verhalten indessen nicht nachweisen[1]). Meckel[2]) fand das Ligament bei Rana „in der Gegend der Grundfläche, als ein ansehnlicher, freier Faden von der Rückenfläche der Kammer zum Herzbeutel verlaufen (?)“, bei Salamandra als ein breites Band dem rechten Herzrand angeheftet.

In allen Fällen, wo dasselbe vom Verfasser gefunden wurde, gehörte es, wie sich zumal nach geschehener Injection herausstellte, wesentlich der Gegend des Apex an, wenn es auch zuweilen mehr auf die Rückenfläche rückt, und es kann daher der Beschreibung des genannten Autors nicht beigestimmt werden. Besonders aber auch in dem Punkte nicht, dass er das Vorkommen desselben als eine Annäherung an die Bildung der

1) Vergl. weiter unten unter „Herzvenen“.

2) Vergl. Anatom. T. V, S. 218.

Fische auf die niedrigeren Formen der Amphibien beschränken möchte. Er macht sich zwar schon selbst den Einwand, dass er die Anheftung bei Proteus und Axolotl nicht gefunden habe, (Siren hat sie wiederum nach Owen's Angabe), ausserdem aber scheint ihm das öftere Vorkommen derselben bei den höchsten Formen nicht bekannt gewesen zu sein.

Das Ligament wurde bei den drei ersten der oben erwähnten Ordnungen öfter aufgefunden als es fehlte (bei den Monitoren, Hydrosaurus und Psammoraurus findet es sich z. B. nicht), und es verhielt sich in allen Fällen im wesentlichen gleich. Ueberall hatte das Band einen solchen Ursprung und Insertion, dass es die Spitze des Ventrikels in ihrer Lage sicherte, und wo dieselbe die Wendung nach rechts nahm, war es ebenfalls demgemäss mehr der rechten Seite angeheftet. Es scheint das Fixiren des Apex in der That Zweck des Bandes zu sein, wofür auch der Umstand spricht, dass es unter den Schlangen, bei denen durch die langsam abwärts rückende, bedeutende Ausdehnung des Oesophagus während des Schlingens das Herz starke Verschiebungen machen muss, eine ähnliche Bildung nicht vorkommt.

Obgleich zahlreiche Autoren gelegentlich dieser eigenthümlichen, pericardialen Falte Erwähnung thun, gelang es dem Schreiber dieses nicht, in ihren Schriften einen Namen dafür aufzufinden, und er erlaubt sich daher, mit Rücksicht auf die besprochene Function desselben, die Benennung Gubernaculum cordis in Vorschlag zu bringen.

Die Gestalt des kräftigen, musculösen Ventrikels der Amphibien variirt sehr in den einzelnen Ordnungen, doch zeigen verwandte Familien auch in diesem Punkte häufig eine merkwürdige Uebereinstimmung.

Die allgemeine Form des Körpers ist nicht ohne Einfluss auf die des Herzens, indem die langgestreckten Familien in der Regel diese Streckung auch in der Bildung dieses Organes erkennen lassen, was indessen meist dem Ventrikel nur in geringerem Masse zukommt, als den übrigen Abtheilungen, und bei den Urodelen sogar völlig verschwindet.

Entsprechend der kurzen, gerundeten und zugleich im

sagittalen Durchmesser platt gedrückten Körperform der Chelonier sehen wir bei denselben einen auffallend breiten, flachen Ventrikel (Verhältniss der Breite zur Länge etwa wie 3 : 2), mit gänzlich abgerundetem Apex, und es ist die der fast ebenen Sternalwand anlagernde Seite flacher als die dem gewölbten Rücken zugekehrte. Der rechte Rand des Ventrikels ist hier, wie bei den meisten anderen Ordnungen, gerader und liegt steiler zur Längsaxe als der linke.

Bei den Crocodilinen rundet sich mit dem Auftreten eines cylindrischen Körpers auch der Ventrikel, die Länge überwiegt die Breite und ein Apex wird deutlich, wenn auch immer noch ziemlich rundlich. Die Monitores, welche im Aeusseren so unverkennbar an die Crocodile erinnern, zeigen auch durch die Bildung des Herzens einen hohen Grad von Verwandtschaft. Die Gestalt des Ventrikels besonders ist dem der letztgenannten Thiere ebenso ähnlich, wie sie von der der übrigen Echsen in auffallender Weise abweicht. Sowohl Hydrosaurus als Psammosaurus zeigen einen rundlichen Ventrikel und bei letzterem ist der Apex sogar noch weniger ausgebildet, als bei den Crocodilen; für die echten Eidechsen aber, besonders die Lacertinen, ist das scharfe Vortreten desselben charakteristisch. Der steile, rechte Rand des Ventrikels wird gegen die Herzspitze hin concav und vereinigt sich mit dem linken in regelmässiger Krümmung herabsteigenden zu einer deutlichen Spitze, welche bei einigen (z. B. Lacerta) quer abgestumpft erscheint. Der sagittale Durchmesser ist, obgleich die Form immer noch rundlich genannt werden muss, doch im Vergleich mit den oben Erwähnten bedeutend geringer. Die Wölbung erhebt sich hier im Gegensatz zu den Schildkröten auf der vorderen (unteren) Fläche stärker als auf der hinteren (oberen).

Bei den Species, welche sich durch den sehr langgestreckten Körper und das Verkümmern der Extremitäten den Schlangen nähern, kommt auch in der Herzbildung eine solche Annäherung vor. Dasjenige von Pseudopus Pallasii stimmt zwar in der Wölbung mit den Lacerten überein, lässt aber durch die wenn auch geringe Streckung des Ventrikels in die Länge, sowie durch das Fehlen des vortretenden Apex eine solche Ten-

denz erkennen; auch überragt die linke Hälfte die entgegengesetzte nach oben (vorn) zu mehr, als es sonst bei den Eidechsen der Fall ist. Bei den Schlangen dagegen ist dies sehr charakteristisch, wird zur Regel und zeigt sich um so stärker, je mehr sich der Ventrikel in der Längsaxe streckt. Sehr lang wird derselbe bei den Colubrinen und verwandten Familien (2 : 3), bei den Riesenschlangen (Boa, Python) verhältnissmässig weniger, indem die grösste Breite zur grössten Länge sich bei ihnen durchschnittlich nur wie 4 : 5 verhält; unter den letzteren ist er bei Boa constrictor am kürzesten, während die Länge bei Python sebae und P. bivittatus wieder wächst (3 : 4), ohne dass sich der Ventrikel indessen in bemerkenswerther Weise zugespitzt, wie dies bei den Eidechsen der Fall ist. Selbst bei den in der Längsrichtung am meisten gestreckten Herzen ist der Apex nirgends besonders vorspringend; er liegt auch hier mehr in der geraden Verlängerung des rechten Randes. Die Wölbung ist wechselnd, gewöhnlich aber zeigt der Querschnitt, dass die beiden Abtheilungen des Ventrikels für sich allein gewölbt sind, wodurch eine rechte vordere und hintere linke Auftreibung entsteht.

Der Ventrikel der Batrachier verliert wiederum das Ueberwiegen der Längsaxe, Länge und Breite sind bei Rana wesentlich gleich, bei Salamandra beginnt die Breite vorzuherrschen, und die Perennibranchiaten zeigen meist schon eine deutliche Verbreiterung.

Der Dickendurchmesser ist stets beträchtlich, die stärkste Wölbung pflegt der hinteren (oberen) Wand anzugehören. Bei Rana ist zumal am contrahirten Ventrikel der Apex noch markirt, und liegt auch hier mehr nach rechts, bei den übrigen wird er wenig vortretend und schliesst sich gänzlich dem rechten Rande an.

Ueber dem Ventrikel wird im Pericard die den Vorhöfen zugehörige Abtheilung sichtbar, welche bei allen Amphibien eine häutige, sehr elastische Beschaffenheit zeigen, in Bezug auf Gestalt, Grösse und Lagerung aber sehr variiren.

Gewöhnlich fassen sie den Ursprung der grossen Gefässe zwischen sich und erscheinen dann als zwei Körper, welche

sich nach vorn (unten) zu um dieselbe zu nähern streben, ohne sich indessen auch bei prallster Injection zu berühren. Der linke Vorhof ist stets kleiner als der rechte, was dadurch in situ noch auffallender wird, dass er in der Hauptmasse hinten und links liegt, während die des anderen sich vorn rechts befindet. Auch zeigt die Oberfläche ein unregelmässigeres, gefurchteres Aussehen, als der viel glattere, rechte Vorhof. Im allgemeinen ist beider Gestalt unregelmässig polyedrisch, doch kommt dies dem linken in höherem Grade zu, als dem rechten, welcher sich mit dem unteren (hinteren), häufig etwas gelappten Rande über den Ventrikel zum Theil hinwegschiebt; während der linke gegen denselben in einem ziemlich scharfen Rande seine Begränzung findet.

Dies Verhalten ist bei den Schildkröten sehr ersichtlich, wo der linke Vorhof einen unregelmässig vierkantigen Körper darstellt, dessen obere, äussere Ecke stark abgerundet ist, der rechte dagegen in seiner oberen inneren und unteren äusseren Ecke hervorgewölbt erscheint und somit eine etwa dreieckige Ansicht darbietet (Taf. XVIII, Fig. 1). Bei den Herzen mit vorherrschender Längsaxe vereinigen sich die inneren Ecken zu einer einzigen, wodurch der Umriss einen deutlich dreieckigen Charakter annimmt, während auch der linke das vierkantige Aussehen verliert und im senkrechten Durchschnitt ein Dreieck als Begränzung zeigt. Dies gilt besonders bei den Crocodilen (Alligator lucius), doch auch die Monitoren zeigen noch deutliche Anklänge daran (Taf. XVII. Fig. 1).

Die Verlängerung der inneren und besonders der unteren Ecke des rechten Vorhofes bleibt dann auch bei den Eidechsen bemerkenswerth, hier behält aber der linksseitige seine unregelmässig vierkantige Gestalt in den meisten Familien in sehr auffallender Weise (bei Uromastix spinipes, Lacerta ocellata, Chamaeleo vulgaris, Pseudopus Pallasii) im schroffen Gegensatz zu dem stark abgerundeten rechtsseitigen, welcher bei vielen Arten den anderen an Ausdehnung nicht in der gewöhnlichen Weise überragt, sondern nahezu dieselbe Grösse hat. Zwischen den nach links und rechts auseinander weichenden, arteriellen Gefässen findet sich hier eine sonderbare Hervor-

ragung, welche durch eine Ausstülpung des rechten Vorhofes bewirkt wird. Dieselbe wurde bei Chamaeleo am auffallendsten entwickelt gefunden, wo das Organ wie ein Aneurysma vorsprang, doch auch Uromastix zeigte dieselbe Bildung, wenn auch weniger prominent, ebenso Lacerta. Pseudopus liess Nichts davon erkennen (Taf. XVII. Fig. 3a, XVIII. Fig. 5, Fig. 6 u. 8a).

Bei den Schlangen sind die Vorhöfe wieder mehr gerundet, doch ist auch hier der linke kantiger, während der langgestreckte rechte wieder zwei deutliche, innere Vorragungen erkennen lässt, in seiner allgemeinen Gestaltung aber einen gewölbten, vorn etwas abgeplatteten Hohlraum darstellt (Taf. XIX, Fig. 1).

Die hintere Ansicht der Herzen zeigt bei sämmtlichen bisher erwähnten ein von der vorderen abweichendes Verhalten, insofern sich der Ventrikel höher gegen die Vorhöfe hinaufzieht, diese aber mehr eine gemeinsame Abtheilung darstellen, welche allein durch eine häufig ganz undeutliche Einsenkung das Zerfallen in eine rechte und linke Hälfte anzeigt. Dagegen lassen viele Arten (Alligator lucius besonders auffallend) an dieser Stelle zwei seitliche, longitudinale Furchen erkennen, auswärts von denen die Wandung schwammiger und mehr aufgetrieben erscheint und zuweilen sogar sich als stumpfer Vorsprung von den Mittelfeldern absetzt (Taf. XVII. Fig. 2).

Dies Verhalten hat, wie wir später sehen werden, in der abweichenden Entwickelung gewisser Anlagen seinen Grund, und es ist die äusserlich sehr fremdartig erscheinende Bildung bei den Lurchen keineswegs so verschieden, als man auf den ersten Blick glauben sollte.

Hier finden wir nämlich den Abschnitt der Vorhöfe als einen einzigen Körper, welcher die in ihrem Ursprunge nach rechts verschobenen arteriellen Gefässe auf dieser Seite gar nicht oder nur in einem kleinen Stück überragt, welches sich wenig unter demselben nach vorn vorwölbt. Auch auf der vorderen Ansicht bietet dieser Körper entweder gar keine oder doch nur eine unvollkommene Andeutung des Zerfallens in zwei Abtheilungen, obgleich dies wirklich als Regel der Fall ist.

Bei Rana erscheint der Vorhof noch rechts von den Arterien, wenigstens wenn er gefüllt ist, und auch zwischen den-

selben findet sich entsprechend der oben bei den Eidechsen erwähnten Verlängerung eine Auftreibung; auch diese schwindet bei Salamandra und Cryptobranchus, wo der ungetheilte Stamm der Gefässe nur eine rinnenartige Vertiefung in den rechten Vorhof eindrückt, so dass das äusserste Ende als abgerundete Vorragung nach rechts hin sichtbar wird und bei manchen Perennibranchiaten liegt die Vorhofsabtheilung gänzlich neben dem Gefässstamm, oder derselbe zieht über das obere Ende leicht hinweg (Siredon pisciformis). Sehr auffallend ist das von Owen[1]) ausführlich beschriebene Verhalten des fraglichen Organes bei Siren lacertina, wo der ganze Rand in verzweigte, lang auslaufende Fortsätze zerfällt, welche sich um den Ventrikel von beiden Seiten herumlegen; bei Amphiuma sollen die Anhänge zwar auch vorhanden, aber weniger stark entwickelt sein. Dies Verhalten der Vorhöfe ist um so merkwürdiger, als die verwandten Genera etwas Aehnliches nicht zeigen; Verfasser konnte bei Siredon selbst unter sehr starker Füllung derselben nur Andeutungen von Lappenbildung daran bemerken (Taf. XVII. Fig. 9), während er Gelegenheit gehabt hat, diese sonderbaren, franzenartigen Fortsätze bei Siren aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Die von Mayer[2]) gegebenen Abbildungen von Menobranchus und Menopoma zeigen auch nicht einmal Spuren von Einschnitten, sind aber im ganzen etwas dürftig und machen wohl nicht den Anspruch, feinere Details auszudrücken.

Es tritt in den genannten wie in den übrigen hierher gehörenden Zeichnungen stets eine andere Abtheilung des Centralorganes der Circulation hervor, deren Zugehörigkeit in Zweifel gezogen werden könnte. Es sind dies jene eigenthümlichen, zur Aufnahme des venösen Blutes bestimmten Hohlräume, welche bei den Fischen noch grössere Bedeutung haben als bei den Amphibien und daselbst Sinus venosi communes und S. Cuvieri benannt werden. Mangel genauer Abgrenzungen gegen die Peripherie, ihre Lage in der Richtung der Venen, Uebereinstimmung

1) On the structure of the heart of the perennibranchiate Batrachia. Transact. of the zoolog. Soc. Vol. I. pl. XXXI.

2) Analekten für vergleich. Anatomie Heft I. Tab. VII.

im Bau der Wandungen (gewisse Ausnahmen abgerechnet) lässt in ihnen schon bei oberflächlicher Untersuchung Erweiterungen der centralen Venen-Endigungen vermuthen; die Berechtigung, sie als eine besondere Abtheilung der Centralorgane zu betrachten, kann demnach bestritten werden, aber da sie in die innigsten Beziehungen zum Herzen selbst treten, ausgedehnte, untrennbare Verwachsungen mit den Vorhöfen eingehen und die Figur des Ganzen vervollständigen, so ist es unthunlich, sie hier zu übergehen; endlich, und dies ist wohl die Hauptsache, entspricht ihre Function, wie wir später sehen werden, ebenfalls den Vorstellungen, welche man mit dem Begriff der Centralorgane verbindet.

Obgleich im allgemeinen auf der hinteren (oberen) Seite des Herzens gelagert, liegen die Sinus venosi doch niemals genau in der Mittellinie, sondern zeigen stets eine seitliche Verschiebung, welche um so stärker wird, je bedeutender sie entwickelt sind. So sieht man dieselben bei vielen Schildkröten auch uninjicirt bei normaler Lagerung rechts neben dem Vorhof in der Tiefe erscheinen, bei Arten, wo sie besonders voluminös sind, wird sogar der dickste Theil neben dem Herzen sichtbar. Die kleinsten Sinus, welche auch injicirt nirgends den Rand der Vorhöfe erreichen, hatte von allen zur Untersuchung gekommenen Chelonia Midas, woselbst der ganze Raum kaum mehr als die Summe der vereinigten Hohlvenen darstellte (Taf. XVIII. Fig. 4), Chelonia Cauana zeigte schon eine bedeutendere Erweiterung. Auch bei Testudo (T. tabulata Taf. XX. Fig. 3) erreicht die Ausdehnung noch keine bemerkenswerthe Grösse und erstreckt sich, kräftig injicirt, kaum bis an den Vorhofsrand, dagegen entwickelt sich das in Rede stehende Organ bei den Emydae in einer ganz colossalen Weise. Bei Emys (E. irrigata, concentrica u. s. w.) selbst überragt es bereits den Vorhof nach rechts und oben um ein gutes Stück und stellt, von hinten gesehen, einen grossen sackartigen Hohlraum dar, welcher sich über die Trennungslinie der Vorhöfe nach links und etwas nach abwärts zieht, durch einen schräg zu seiner Längsaxe gestellten seichten Eindruck hinter der Einmündung der Hepatica in eine rechte und linke Abtheilung geschieden.

Es deutet dieser Eindruck die Grenze an, welche das Gebiet der V. cava superior sinistra von dem der V. cava inferior und superior dextra scheidet.

Aehnlich wie bei Emys verhalten sich die Sinus bei Chelydra serpentina (Taf. XVIII, Fig. 2), nur rücken sie hier noch etwas weiter nach rechts und oben, indem die Erweiterung der Cava superior dextra im Verein mit der Cava inferior das Uebergewicht erhält über die Superior sinistra. Die bedeutendste Ausdehnung dieses Theiles des Circulationsapparates wurde bei Makroclemys Temminckii beobachtet (Taf. XX. Fig. 6), woselbst der Hohlraum des Sinus venosus an Ausdehnung dem des rechten Vorhofes gleichkam. Bei diesen seitlich gelagerten, sackartigen Organen erscheinen die Trennungslinien der einzelnen Venengebiete nicht mehr deutlich, dieselben treten aber bei den Crocodilinen wieder hervor (Taf. XVII. Fig. 2), indem auch die Grenze der Cava superior dextra gegen die Cava inferior durch eine freilich etwas seichte Einschnürung abgesetzt ist; die Cava superior sinistra hat ihre eigene Erweiterung, die sich nach Art eines Quersackes dem Vorhof fest anlegt, mit dem Sinus der anderen Venen aber durch eine relativ enge Stelle zusammenhängt. Das System der Erweiterungen zieht sich so in einem Halbkreis unter den nach hinten strebenden grossen Arterienstämmen nach vorn und oben herum, um in den Cavae superiores die vordere Seite der A. pulmonales zu gewinnen.

Die Trennung der rechtsseitigen Sinus wird bei den übrigen Eidechsen wieder undeutlich, dagegen bleibt die Grenze mit dem linksseitigen überall sichtbar und der verengte Theil zwischen beiden bezeichnet stets die Stelle, oberhalb deren die nicht erweiterten Lungenvenen ihre Einmündung in den linken Vorhof finden. Bei manchen (Uromastix, Taf. XVIII. Fig. 7) zeigt sich der Rand des injicirten Sinus neben dem rechten Vorhof; in den meisten Fällen ist die Ausdehnung nicht so bedeutend.

Aehnlich ist das Verhalten auch bei den Schlangen, nur stellt sich hier der rechtsseitige Sinus vollständig in die Längsaxe, streckt sich entsprechend der allgemeinen Verlängerung des Körpers und rückt fast ganz auf die rechte Seite, so dass der linke gezwungen ist vom entgegengesetzten Rande der Vor-

höfe her in scharfer Krümmung in der durch den anlagernden Ventrikel gebildeten Furche nach rechts hinüber zu ziehen. Auch hier schlägt sich der neben der Cava inferior aufsteigende Stamm der Lungenvenen über diesen queren Theil des linken Sinus zum Vorhof herum (Taf. XIX. Fig. 2 u. 4). Die relative Grösse dieser Erweiterungen nimmt bei den Schlangen wieder verhältnissmässig ab und der grösste Durchmesser übertrifft das normale Lumen der Cavae kaum um die Hälfte, häufig ist derselbe besonders in der linksseitigen nur etwa um den dritten Theil stärker.

Die Formation des Sinus venosus der Batrachier nähert diese Ordnung (wie es ja auch in der Gestaltung anderer Organe begründet ist) mehr den Fischen, als es bei den übrigen der Fall ist, indem hier diese Abtheilung des Circulationsapparates eine Isolirung und Selbständigkeit annimmt, welche den Amphibien durchschnittlich nicht eigen ist, den Fischen aber als Regel zukommt.

Nicht allein, dass die Anheftung an die Vorhöfe eine viel freiere ist, sondern die Einmündungsstelle erscheint, wenn diese contrahirt sind, relativ eng, und der ganze Abschnitt zeigt bei manchen Arten selbständige Contractionen, wozu ihn Muskelelemente in der Wandung befähigen. Schon Leydig[1]) beschreibt in seiner Histologie das Vorkommen von gestreiften Fasern in der Muscularis der grossen Venenstämme bei Batrachiern, und spätere Autoren haben dies Vorkommen bis herunter zu den Iliacae bestätigt; ob indessen die Trunci iliaci sogar selbständige Contractionen ausführen, dürfte wohl schwer sein, durch directe Beobachtung zu entscheiden.

Bei Rana liegt der Sinus venosus nur sehr wenig nach rechts verschoben, steigt gerade aufwärts und nimmt die Cavae superiores, welche genau einander gegenüber einmünden, in seinem oberen Ende auf; eine Grenze ihres Gebietes gegen den gemeinsamen Sinus hin lässt sich nur als ein schwacher, querer Eindruck erkennen (Taf. XVII. Fig. 6). Die Lungenvenen schlagen sich zu einem sehr kurzen Stamm vereinigt über die Mitte des oberen Randes hinweg.

---

1) Lehrbuch der Histologie, S. 416.

Nachdem so der Sinus bei Rana der Mittellinie nahe gerückt ist, sehen wir ihn bei den Salamandrinen sogar nach links verschoben ganz dem Rande genähert und bei Siredon pisciformis links unter dem Vorhof hervorragen (Taf. XVII. Fig. 9). Die rechte obere Hohlvene zieht sich dann in ähnlicher Weise unter dem Stamm der Pulmonalvenen hinweg, wie sonst die linke; beide Superiores vereinigen sich etwas nach rechts von dem Ende des Sinus (Taf. XVII. Fig. 8).

Die letzte, schon beiläufig im Verlauf der Darstellung erwähnte, Abtheilung des Amphibienherzens, der gemeinsame Ursprung der grossen arteriellen Gefässe, erscheint als ein dicker, strangförmiger Körper, ausgehend vom oberen Rande des Ventrikels in seiner rechten Hälfte, scheidet in der vorderen Ansicht die Vorhöfe, und spaltet sich dann an der Stelle, wo das parietale Pericard in das viscerale übergeht, in mehrere Stämme, welche nach links und rechts auseinander weichen (Taf. XVII B. ar. der Figuren). Ist dieses Organ contractil und zu dem Ende mit einer Muskelschicht bedeckt, so wird es Bulbus genannt, ist es nicht contractil, Truncus arteriosus, doch scheinen manche Autoren die Ausdrücke in entgegengesetztem Sinne zu gebrauchen. Dass das Wegfallen der Musculatur keinen durchgreifenden Grund abgeben kann, die Homologie beider Bildungen aufzugeben, unterliegt wohl um so weniger einem Zweifel, als die Reste derselben auch im Truncus arteriosus der Schildkröten, besonders um den Ursprung der Pulmonalis, als ein eigenthümlicher Muskelstreifen von Brücke[1]) nachgewiesen sind, welcher gleichzeitig diesen Streifen ausdrücklich mit der Musculatur des pulsirenden Bulbus der nackten Amphibien vergleicht.

Milne Edwards[2]), in dem Bestreben, trennende Unterschiede der beiden von ihm acceptirten Klassen zu finden, kann zwar nicht umhin, zuzugeben, dass die embryonalen Anlagen durchaus gleich seien, lässt aber später den Bulbus des Reptilien-Embryo sich dem Ventrikel allmählig nähern, um mit demselben zu verschmelzen und mehr oder weniger vollständig zu verschwinden, so dass das Herz nur noch aus zwei Abschnitten,

1) a. a. O. S. 336.
2) a. a. O. S. 409.

dem Ventrikel und den Vorhöfen, bestände. Er geräth dadurch sofort in Widerspruch mit sich selbst, indem er unmittelbar hinter diesem Ausspruch sich veranlasst sieht, die sogenannte Spiralklappe des Bulbus nackter Amphibien (wovon weiter unten ein Mehreres) mit der Scheidewand im Truncus arteriosus der beschuppten zu homologisiren, also die Homologie der Theile festzuhalten, nachdem er die der ganzen Organe verworfen hat.

Da in dieser wesentlich morphologischen Arbeit, wo die Folgerungen aus der Vergleichung verschieden vollkommen entwickelter Bildungen zu ziehen sind, rein embryonale Fragen nicht weiter berührt werden sollen, als zum Verständniss der Verhältnisse beim ausgebildeten Thier unumgänglich nöthig ist, so kann hier nicht ausführlicher auf diesen Punkt eingegangen werden, Verfasser behält sich aber vor, sobald ihm genügendes Material zu Handen gekommen ist, um sich eine eigene Ansicht bilden zu können, die aufgestellten Vergleichungen vom Gesichtspunkte der Embryologie aus einer erneuten Kritik zu unterbreiten. Auf Grund der vorliegenden Litteratur sieht er sich indessen nicht veranlasst, seine Ansichten aufzugeben, zumal da dieselbe keineswegs so gänzlich zu Gunsten Milne-Edwards spricht. Abgesehen davon, dass er selbst anführt, es sei bei den Scincoiden auch der Rest des Bulbus als bestehend nachgewiesen[1]), scheinen mir die Angaben der Autoren, auf welche er verweist, keineswegs so durchaus günstig für ihn zu lauten. So bezeichnet Rathke[2]), einer von ihnen, in seiner Entwickelung der Crocodile, den in Rede stehenden Theil „als die vom Ventrikel ausgehenden, mit einander gleichsam verschmolzenen Arterienstämme". Das Organ — es ist einem sehr jungen Embryo von Alligator sclerops entnommen — theilt sich nach oben unmittelbar in die Aortenbögen, wie es nach unten direkt an den Ventrikel grenzt, entspricht also in so weit dem Bulbus, und man müsste zu der Erklärung seine Zuflucht nehmen, dass, während dieser Theil verschwände, ein anderer ihm durchaus ähnlicher aus dem Ven-

1) De Natale: Ricerche anatomiche sullo Scinco variegato p. 38. Acad. de Turin T. XIII 1852.

2) a. a. O. Zeichenerklärung zu Taf. II. Fig. 6 c.

trikel hervorwüchse, anstatt den Widerspruch dadurch zu heben, dass man die nicht mehr gebrauchte Bulbus-Musculatur sich bis auf gewisse Reste zurückbilden lässt.

Dass Muskelelemente, die selbständige Contractionen auszuführen im Stande sind, auftreten können, wo sie in anderen Fällen fehlen, sehen wir aus der Betrachtung der bereits besprochenen Sinus venosi.

Es wird aus den angeführten Gründen die Homologie des Bulbus und Truncus arteriosus in dieser Arbeit fest gehalten. Ein Vergleich der Tafeln sowie der dem Texte eingedruckten Holzschnitte dürfte indessen die Berechtigung einer solchen Homologie eher ergeben, als alle weitläufigen Deductionen.

Der zusammengefallene, nicht injicirte Truncus lässt kaum ahnen, welch' ein umfangreiches Organ in ihm vorliegt; prall gefüllt schliesst er den Zwischenraum der Vorhöfe und giebt dem Herzen erst die vollständige, abgerundete Form. Der Umfang ist besonders bei den Crocodilen viel grösser als die Summe der aus ihm hervorgehenden Gefässe, und es ist schon desshalb unstatthaft, ihn für weiter Nichts zu halten, als für eine Verschmelzung der Arterien. Auch bei den Schildkröten erscheint er sehr voluminös, bei den Eidechsen weniger, noch schwächer wird er bei den Schlangen, bei den Batrachiern gewinnt er aber wiederum an Umfang durch die der Muskelschicht zuzuschreibende Verdickung. Hier findet sich auch in den letzten Familien noch ein embryonales Zwischenglied des Bulbus und des Ventrikels erhalten, der Isthmus Halleri, welcher als eine verjüngte Stelle am Anfang des ersteren erscheint. Viele Perennibranchiaten zeigen eine derartige Anordnung, besonders Siredon (Taf. XVII. Fig. 9) und es wäre möglich, dass dies Verhalten eigentlich nur dem Larvenzustand angehörig ist, als welcher ja die Form des Siredon pisciformis bereits nachgewiesen ist.

Der Bulbus selbst lässt bei den letztgenannten Thieren äusserlich Nichts von einem vorgebildeten Zerfall in einzelne Stämme erkennen, bei Rana markirt schon ein schwacher Vorsprung, der sich von rechts vorn nach hinten links herumzieht, das Vorhandensein einer Theilung.

Bei den beschuppten Amphibien ist stets eine dreifache innere Trennung angedeutet, doch bewirkt die starke Axendrehung, dass bei manchen z. B. den Schlangen, das Ganze nur aus zwei Blutbahnen verschmolzen erscheint, indem die am Ventrikel vorderste Abtheilung durch ihre scharfe Krümmung ganz in der Tiefe verschwindet. Es erscheint alsdann die rechts oben hervortretende als die directe Fortsetzung der verschwundenen, welche letztere nur bei der Ansicht von hinten in ihren Endästen wieder auftritt.

Dieser cursorische Ueberblick der Centralorgane nach ihrer äusseren Gestalt und Lagerung möge hier genügen, da die wichtigere Betrachtung des inneren Baues derselben etwa zweifelhaft gebliebene Punkte am besten erledigen dürfte. Es wird aber nothwendig sein, vorher die Vertheilung der grossen Gefässe, welche sich unmittelbar dem Bulbus oder Truncus arteriosus anschliessen, einer eingehenden Besprechung zu unterwerfen.

II.

Vertheilung der grossen Gefässe.

Aus dem am Ende des vorigen Abschnittes besprochenen Truncus oder Bulbus arteriosus gehen, wie bereits erwähnt, sämmtliche Arterienstämme hervor; um aber das eigenthümliche Verhalten, welches sie dabei beobachten, zu verstehen, ist es unerlässlich, an dieser Stelle die embryonalen Zustände kurz zu besprechen.

Es ist bekannt, dass der vorderste Abschnitt des Herzens als einfacher Stamm aus dem Ventrikel hervorgehend, sich alsbald in zwei Aeste spaltet, die in paarige Bögen zerfallen, welche sich an den Seiten des Halses vereinigen und nach unten zu wieder zu einem grossen Gefäss, der Aorta, zusammenlaufen. Die Bögen werden Arcus Aortae, ihre lateralen Verbindungen Ductus Botalli, die aus den Vereinigungen hervorgehenden Stücke Aortenwurzeln genannt. Rathke, welcher

diesen Untersuchungen einen grossen Fleiss zugewendet und sich die bedeutendsten Verdienste um die Kenntniss der einschlägigen Verhältnisse erworben hat, nennt sie in solchem Entwicklungsstadium primitive im Gegensatz zu den umgestalteten späteren, die er als secundäre Aortenwurzeln unterscheidet[1]). Die letzteren lässt er bis zum Herzen verlaufen, nachdem sich der Truncus arteriosus gespalten hat, und es repräsentirt also seine secundäre Aortenwurzel etwas anderes als die primitive, insofern die erstere nicht mehr als eine reine Verschmelzung der Aortenbögen betrachtet werden kann.

In der vorliegenden Arbeit, wo es sich wesentlich um die bleibenden Verhältnisse handelt, wird nach Rathke's Vorgang das ganze Ursprungsstück bis zum Ventrikel so genannt werden, es repräsentirt also eine secundäre Aortenwurzel.

Während Schreiber dieses den umfassenden Untersuchungen des genannten Autors im Einzelnen die vollste Anerkennung nicht versagen kann, erklärt er sich doch ausser Stande, den Nutzen und die Berechtigung zu begreifen, welche die von ihm daraus abgeleiteten allgemeinen Anschauungen haben.

Rathke construirt sich ein System von 5 leiterartig mit einander verbundenen Bogenpaaren des Truncus arteriosus, aus welchen er durch Oblitteriren des einen oder des anderen Stückes die bleibenden Verhältnisse herleiten will. Auch der Altvater der Embryologie, Ernst von Baer[2]) spricht in seiner Entwicklungsgeschichte der Thiere von 5 Paar Aortenbögen beim Hühnchen, stimmt aber auch mit Rathke in Hinsicht auf das Bleiben und Verschwinden der einzelnen Bögen nicht überein. In allen diesen Darstellungen spielt das Verschwundensein gewisser Abtheilungen eine Hauptrolle, es leuchtet indessen ein, welch' ausserordentlich schwaches Beweismittel es ist, das Verschwundensein da demonstriren zu wollen, wo man das frühere Vorhandensein an demselben Exemplare der Lage der Sache nach nicht nachzuweisen vermag.

---

1) Untersuchungen über die Aortenwurzeln der Saurier. a. a. O. p. 99.

2) a. a. O. T. I pag. 101 u. 106.

So bildet Rathke[1]) einen Hühnerembryo ab mit 3 Paar deutlichen Aortenbögen und deducirt in der Beschreibung, dass der erste (am frühsten gebildete) verschwunden (?) sei, ehe der fünfte sich bilde[2]). Wie er sich in diesen und in ähnlichen Fällen die positive Gewissheit von dem wirklichen Vorhandensein von 5 Paar Bögen verschafft hat, vermag Verfasser nicht anzugeben, konnte auch trotz eifrigen Nachsuchens in den umfangreichen Publicationen des Autors Nichts darüber finden, und muss jenen Punkt also dahin gestellt sein lassen.

Fragt man nun aber, selbst zugegeben, die 5 Paar Bögen seien unumstösslich erwiesen, was für einen Vortheil, welche Einsicht gewinnt man durch das Festhalten derselben, so ergiebt sich als Hauptresultat die Erklärung der Entstehungsweise der Carotiden, indem der untere Längsstamm der Leiter[3]) zur Carotis externa, der obere zur Carotis interna gemacht wird. Leider stimmt auch dann das Schema für die bleibenden Verhältnisse noch keineswegs, wie z. B. für die Schlangen zwei Carotides communes, zwei C. internae und externae entwickelt werden (a. a. O. Fig. 7), welche doch nirgends im ausgebildeten Thiere existiren, und das Ueberführen in die endlichen Zustände, d. h. die Hauptschwierigkeit, wird mit einigen dürftigen Redensarten abgethan.

Trotzdem würde es der Verfasser nicht gewagt haben, den Ausführungen eines so eminenten Forschers entgegen zu treten, wenn der letztere nicht durch seine Deductionen einem Schema zu Liebe dahin gebracht worden wäre, die Classe der Amphibien auseinander zu reissen und Gleichartigkeit der Anlage von den Säugethieren durch alle höheren Wirbelthiere zu demonstriren bis zu den Batrachiern, von hier an aber die Ver-

---

1) Untersuchungen über die Aortenwurzeln der Saurier. Taf. VI, Fig. 5; im Text S. 99.

2) Reichert hält hier, wie überhaupt bei den höheren Wirbelthieren, an der Behauptung von drei Aortenbögen jederseits fest.

3) Vergl. Rathke's Schemata a. a. O. Taf. VI. — Die Bezeichnungen: oben und unten sind hier im Sinne des genannten Autors gebraucht, d. h. wie sich bei horizontaler Stellung des Thieres die Lage der Theile darstellt.

gleichungen als nicht in das erwähnte Schema passend, mit Stillschweigen zu übergehen.

So unwahrscheinlich nun schon an und für sich ein so tiefer, durchgreifender Einschnitt gerade an dieser Stelle ist, so spricht eine eingehende Vergleichung doch noch mehr gegen Rathke als der erste Augenschein lehrt.

Die oberen Klassen der Wirbelthiere als nicht hierher gehörig ausser Acht lassend, wird es nöthig sein zu fragen, welche Beweise hatte Rathke an der Hand, die 5 Paar Aortenbögen bei den Classen der Schildkröten, Schlangen und Saurier aufrecht zu erhalten? Die Antwort darauf lautet, wenn man nach den betreffenden Publicationen urtheilt: die dürftigsten von der Welt. In Hinsicht auf die Crocodile giebt er selbst zu, dass auch die jüngsten, welche er untersucht hat, zu alt waren, um über die frühesten Stadien der Entwicklung Aufschluss zu erhalten [1]), und betont im Verlauf der Darstellung ausdrücklich, dass die Anlage der Gefässe bei denselben schon den bleibenden im wesentlichen entsprach. Bei Beschreibung der analogen Verhältnisse der Schildkröten [2]) spricht er nur von mehreren Paaren von Bögen, die aus dem einfachen Truncus entspringen, ohne die Zahl anzugeben, auch zeigen die beigefügten Abbildungen Nichts von 5 Paar Bögen. Die Unterschiede, welche er in Hinsicht auf das Gefässsystem constatiren konnte, waren nur, dass bei den jüngsten die beiden primitiven Aortenwurzeln gleich waren und sich bereits sehr hoch oben am Halse vereinigten, bei den ausgebildeten aber die (secundären) Aortenwurzeln ungleich wurden durch die der rechten sich anfügenden Trunci anonymi und sich erst tief unterhalb des Herzens vereinigten. Ueber die betreffenden Verhältnisse bei den Embryonen der Eidechsen existirt keine besondere Arbeit Rathke's, doch bildet er in der mehrfach bereits citirten Abhandlung: „Ueber die Aortenwurzeln der Saurier" einen Eidechsenembryo mit nur drei Paar Bögen ab, ohne indessen von der behaupteten früheren Existenz von 5 Paaren abzugehen.

---

1) Rathke, Untersuch. über die Entwicklung u. d. Körperbau d. Krokodile. S. 2.

2) Entwicklung der Schildkröten. S. 213.

Es bleibt also nur noch die Entwicklung der Natter[1]) übrig, auf welche klassische Abhandlung er selbst in den späteren Schriften verweist und die insofern am maassgebendsten ist, als hier auch die frühesten Entwicklungsstadien berücksichtigt werden.

Mit Staunen hat Schreiber Dieses auch darin gelesen, wie sich der einfache Bulbus durch Scheidewände in drei Blutbahnen theilt, diesen entsprechend drei Arterienstämme ausschickt, welche jederseits in drei Schlundgefässbogen übergehen, aus deren vorderstem (!) Paar die Carotiden und rechte Aorta, dem mittleren die linke Aorta und dem hintersten die Pulmonalarterien werden, d. h. dass sich in diesem Punkte Alles so verhält, wie es auch hier behauptet wird.

Fragt man sich, wie ist dieser Widerspruch zu erklären, so bleibt nur übrig anzunehmen, dass die Beobachtung von Visceralbogen (Schlundbogen), Zusammenwerfen derselben mit Kiemenbogen und weiterhin mit Aortenbogen ihn gegen seine eigene Beobachtung veranlasst hat, principiell an den angenommenen 5 Paar Bogen hängen zu bleiben. Das gegenseitige Verhältniss der genannten Theile zu besprechen ist hier unausführbar, doch soll soviel wenigstens gesagt sein, dass die Visceralbögen als dem Wirbelsystem zugehörig keineswegs in unmittelbarer Verbindung mit den Aortenbögen stehen, von welchen dies nicht gilt, die Kiemenbögen aber (d. h. wirklich kiementragende) allerdings in gewisser Abhängigkeit stehen von ihren Gefässstämmen, und dass also beide Ausdrücke (Visceral- und Kiemenbögen) nicht ohne weiteres promiscue gebraucht werden können, noch weniger aber von der Zahl der Visceralbögen auf die der Aortenbögen geschlossen werden darf.

So verhält es sich mit Rathke's eigenen, durch Vergleichung mit höher stehenden Wirbelthieren gewonnenen Anschauungen, welche gewiss in diesem Punkte nur auf schwachen Füssen stehen.

Vergleichen wir nun hierin die niedrigeren auf dieselben

1) Rathke, Entwickl. d. Natter, S. 166, Taf. IV, 13. 14. — Vgl. auch S. 20: „Drei Paar kurzer divergirender Arterienstämme bei den jüngsten Embryonen" (Rathke).

Organe hin, so finden wir Verhältnisse, welche die obigen Behauptungen noch viel bedenklicher erscheinen lassen.

Unzweifelhaft zeigen gewisse Familien der Amphibien in absteigender Richtung Uebergangsbildungen zu den Fischen, wie in aufsteigender Richtung solche zu den Säugethieren und Vögeln vorkommen, und zwar in der Weise, dass Eidechsen und Schlangen sich mehr an die Vögel, Schildkröten und Lurche enger an die Säugethiere anschliessen.

Die Betrachtung der Bildung des Circulationsapparates bei den Fischen, als dem einfacheren Typus, muss darum um so eher Anhaltspunkte für die Einsicht in den Bau der Amphibien geben, als gewisse Formen unmittelbar in die höher stehende Klasse hinüberführen. Was sich hier aus der Gefässvertheilung des Fischembryo zunächst für die Rathke'schen Anschauungen als sehr ungünstiges Moment ergiebt, ist die von Reichert sorgfältig eruirte Thatsache, dass die Stämme der Carotiden als besonderer Zweig des Bulbus arteriosus ganz unabhängig von den Aortenbögen entstehen können [1]), während aus dem ersten Bogen nur die A. vertrebalis stammt. v. Baer stellt die beiden Zweige der Carotiden (Carotis cerebralis und A. ophthalmica Reichert) allerdings ebenfalls als Aortenbögen dar und unterscheidet demgemäss sogar 7 Paar derselben (Abramis Blicca).

Entsprängen die genannten Arterien wirklich in der v. Baer angegebenen Weise entgegen Reichert's directer durch Abbildungen erläuterten Angabe, so steht doch das wenigstens fest, dass sie von den vier Hauptbögen ein durchaus abweichendes Verhalten zeigen und zu dem Kiemenapparat nicht in die innigen Beziehungen treten, also functionell jedenfalls nicht gleichwerthig sind. Mögen auch bei anderen Fischen mehr vorkommen, so ist das Auftreten von 4 Paaren, wie es Reichert nachgewiesen hat, doch für uns das Wichtigste, insofern dieselbe Zahl auch bei den niedrigsten Amphibien, den Fischmolchen und den Larven der Wassersalamander wieder auftritt.

---

1) Beobacht. über d. ersten Blutgefässe u. deren Bildung u. s. w. bei Fischembryonen, S. 7.

Hier hat Rathke gegenüber den verdienstvollen Arbeiten von Rusconi, Owen, Reichert u. s. w. nicht das pedantische Schema festzuhalten gewagt, obgleich bei den Urodelen doch auch äussere und innere Carotiden zum Kopfe steigen ohne einer Leiter dazu zu bedürfen.

Das morphologische Verhalten der Circulationsorgane ist von Rusconi ebenso sorgfältig untersucht wie prächtig dargestellt worden, die Entwickelung dagegen der einzelnen Theile in ihren Beziehungen unter einander in gehöriges Licht gestellt zu haben, ist ein Verdienst Reichert's[1]). Beide stimmen in Hinsicht der Entwickelung des Gefässsystemes der Frösche überein, hinsichtlich der Wassersalamander findet sich ein Unterschied, insofern Reichert auch hier von drei Aortenbögen jederseits ausgeht, welche durch weitere Differenzirungen in den anliegenden Membranen die angehörigen Kiemenbögen erhalten, während der vierte sogenannte Kiemenbogen (spätere Columella des Zungenbeins) nicht kiementragend, ursprünglich auch ohne Aortenbogen ist und also auch den anderen Bögen nicht gleichgestellt werden kann[2]).

Auf diesen Punkt kann hier, da er rein embryologisch ist, nicht weiter eingegangen werden, das definitive Verhalten der Bögen bei der entwickelten Larve ist aber so, wie es Rusconi beschreibt, d. h. drei kiementragende Bögen mit den zugehörigen Arcus Aortae und ein schwächerer vierter Arcus, dem die Kieme fehlt[3]). Bei einigen Perennibranchiaten, welche zum Theil erwiesener Maassen Larvenzustände darstellen (Siredon Taf. XVII, Fig. 9), oder ihrer Bildung nach solchen analog sind, finden sich demgemäss die vier Aortenbögen in derselben Weise; so auch bei Cryptobranchus japonicus, obgleich dieser Art bleibende Kiemen fehlen (Vergl. Fig. 1, Schema des Cryptobranchus[4]). Die Betrachtung der genannten Thiere führt uns hin-

---

1) Entwicklungsgeschichte des Kopfes der nackten Amphibien.

2) a. a. O. S. 113.

3) Vergl. Rusconi. Les amours des Salamandres aquatiques Taf. V. Fig. IV, und Descrizione anatomica degli organi della circolazione delle larve delle Salamandre aquatiche Taf. I. Fig. VI.

4) Das Schema ist nach eigenen Untersuchungen des Verfassers

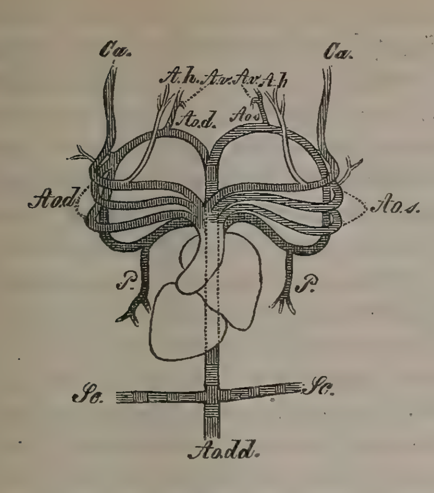


Fig. 1.

über zu den wirklichen Salamandern, welche wiederum das Verbindungsglied zu den übrigen Batrachiern abgeben, während die anderen Perennibranchiaten, Hypochthon, Siren und Menobranchus sich mehr an die Eidechsen anschliessen.

Demgemäss finden wir bei den erwachsenen Urodelen, wenigstens den im Wasser lebenden, noch Andeutungen der 4 im Larvenzustande vorhandenen Aortenbögen. Rusconi hat bereits auf diese bleibenden Reste embryonaler Zustände hingewiesen und in seinem berühmten Werke: „Les amours des Salamandres aquatiques" eine Abbildung davon gegeben[1]). Ob

---

an einem frisch injicirten Exemplare entworfen; Hrn. Prof. Hyrtl scheinen nur ungünstige Objecte zu Gebote gestanden zu haben, oder dieselben waren abnorm gebildet, der berühmteste Injector würde sonst wohl schwerlich die Existenz von 4 Paaren Aortenbögen mit durchgängigen Verbindungen übersehen haben. (Vergl. Monographie des Cryptobranchus japonicus Taf. XI, Fig. 4.)

1) R. a. a. O. Taf. V, Fig. VI. — Diese Fig. VI. ist übrigens die einzige mögliche Grundlage, welche der Verfasser in den Rusconi'schen Werken für einen Holzschnitt gefunden hat, der durch verschiedene vergleichend anatomische Bücher bis auf den heutigen Tag verbreitet wird (z. B. Gegenbaur, vergl. Anatomie 1859, pag. 547. R. Owen's Comparat. Anatomy, Vol. I, pag. 507.). Derselbe geht unter Rusconi's Namen, enthält aber solche Uncorrectheiten, dass, wer immer der erste Nachzeichner gewesen sein mag, er sich entschieden einer Versündigung gegen den Autor schuldig gemacht hat. Einmal ist das Atrium als rundlicher, kleiner Körper gezeichnet, dann aber verlängert sich der Bulbus nach hinten und links zu einem Fortsatz, dessen Bedeutung ganz unverständlich ist, und end-

Brücke diese kannte, als er die seinige in der mehrfach bereits citirten Abhandlung der Wiener Academie[1]) gab, welche im wesentlichen mit der Rusconi'schen übereinstimmt, lässt sich nicht mit Sicherheit sagen, da Brücke nur der italienischen Abhandlung gedenkt, gewiss aber haben sie die Autoren nicht gekannt, welche dem Letzteren die Priorität jener Entdeckung vindiciren, wie z. B. Milne-Edwards[2]). Nur insofern Brücke S. maculata abbildet, während Rusconi lediglich die Wassersalamander behandelt, gebührt ihm wenigstens für diese Species die Priorität, es fragt sich nur, in wie weit das beschriebene Verhalten gerade für die genannte Art erwiesen ist.

Schon Hyrtl hat für den äusserst verwandten S. atra das Vorkommen von nur drei Bogen linkerseits als Regel aufgestellt[3]), und Brücke selbst giebt zu[4]), dass häufig auf einer oder selbst auf beiden Seiten nur ein Bogen für die Aorta auch bei S. maculata sich findet. Mehrere Exemplare, welche Verfasser untersuchte, zeigten ebenfalls nur drei Bogen und verhielten sich im wesentlichen gleich, wesshalb es fraglich erscheint, welche von den verschiedenen Anordnungen die normale sei. Bis weitere Untersuchungen darüber mehr Material an die Hand geben, sei es vergönnt, hier auch noch auf eine ältere Arbeit hinzuweisen, welche Brücke unberücksichtigt gelassen hat, obgleich sie wohl geeignet erscheint, mehr Licht in dieser Frage zu verbreiten.

Es ist dies eine ursprünglich von Martin St. Ange herrührende Uebersicht der Circulation der Wirbelthiere, wieder

---

lich sind die Aortenbögen als vier gleichmässig um den Oesophagus verlaufende Gefässe dargestellt, was Alles der Wirklichkeit so wenig entspricht, dass die ganze Figur wohl besser zu verwerfen ist. Gegenbaur bezeichnet die Abbildung als dem Erdsalamander zukommend, während Rusconi nur Salamandre adulte in der Zeichenerklärung angiebt.

1) a. a O. Taf. XIII, Fig. 16.

2) Lessons etc. pag. 391. Auf derselben Seite werden ebenfalls: „Les amours des Salamandres" citirt, ein neuer Beweis der mangelhaften Kritik in Milne-Edwards'schen Angaben über Litteratur.

3) Medizin. Jahrbücher d. österr. Staates. Bd. XV. 1838. S. 380.

4) a. a. O. S. 360.

aufgenommen von Allen Thompson in seinem Artikel über Amphibia[1]), in welcher der Holzschnitt Fig. 20 mit der Anordnung der Gefässe wesentlich übereinstimmt, welche Verfasser an S. maculata beobachtet hat.

Auch dort werden den Larven der Wassersalamander 4 Paar Aortenbogen zugesprochen, und die mittlere Figur (Fig. 19) kommt mit der Rusconi'schen Darstellung vollständig überein. Der Unterschied liegt nur darin, dass die beiden letzten Bogenpaare als Aeste eines Stammes aufgefasst werden, welche zu einander ein vicariirendes Verhalten in der Weise zeigen, dass der eine Ast sich im Stadium seiner stärksten Entwicklung befindet, wenn der andere verschwindend klein ist, und dann allmählig das umgekehrte Verhältniss eintritt.

Es erklärt dieser Umstand, warum Reichert bei seinen Beobachtungen über die früheste Anlage des Gefässsystemes nur drei Aortenbögen fand und der genannte Autor steht auch nicht im Widerspruch mit Rusconi, welcher Larven in ihrer vollsten Entwicklung, d. h. wo beide Stämme sich ungefähr das Gleichgewicht halten, abbildet.

Der im ausgebildeten Thiere schwache, ursprünglich aber starke dritte Aortenbogen versteckt sich bei natürlicher Lagerung unter den bleibenden zweiten und vierten; beim Auseinanderpräpariren sieht man ihn als sehr enges Gefäss aus dem vierten entspringen und nach aussen ziehen zum Vereinigungswinkel des Ductus Botalli mit dem zweiten Bogen, vor dieser Stelle einen schwachen Ast an den letzteren abgebend[2]), dessen Zusammenhang mit dem Lumen des Bogens wegen der grossen Feinheit nicht constatirt werden konnte. Die Hauptfortsetzung liess sich jenseits des Ductus Botalli bis zur Haut der Achselgegend verfolgen; ob es an der Kreuzungsstelle blos verwachsen war oder communicirte ist nicht sicher, ändert in der allgemeinen Anschauung aber zu dem Nichts, insofern bei diesen Thieren die beiden letzten Bögen auch durch den offenbleiben-

1) Todds. Cyclopaedie S. 97, Fig. 18, 19, 20.

2) Owen beschreibt bei der gleich zu erwähnenden A. cutanea der Frösche (Cutaneous cervical artery) ebenfalls einen Wurzelast aus dem mittleren Bogen. — Compar. Anatomy To. I, pag. 518.

den Ductus in freiem Verkehr bleiben. Durch den Ursprung wie durch den Verlauf nach Aussen zur Haut der Achselgegend erinnert dies Gefäss, welches in der oben citirten Figur aus Thompson's Artikel ebenso skizzirt ist, wie in dem beistehenden Schema (Fig. 2) auffallend an ein ähnliches, viel stärker entwickeltes bei den Fröschen, aber keineswegs an den ursprünglichen Aortenbogen, dessen Rest es darstellt. Ein derartiges Verhalten der Bögen, dass zwei starke, gleichmässig neben einander verlaufende die eine Aortenwurzel darstellten, wie in der Brücke'schen Figur, wurde nicht vom Verfasser beobachtet, es scheint aber mit Berücksichtigung der besprochenen Verhältnisse wohl möglich, dass solche Fälle vorkommen, in welchen der dritte Bogen statt zu verschwinden, vom vierten durch Verschmelzen der Ursprünge gegen den zweiten rückt, den er dann constituiren hilft. Für die letztere Anschauung spricht in dem Brücke'schen Falle die Abzweigung eines Gefässes vor dem Eintreten des Ductus Botalli zur Haut der Achsel, wie es sonst nicht vorzukommen pflegt. In Bezug auf die weitere Gefässvertheilung stimmt Brücke's Abbildung der S. maculata genau mit dem überein, was Schreiber Dieses selbst zu beobachten Gelegenheit hatte.

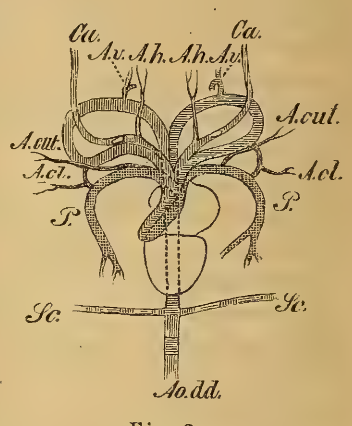


Fig. 2.

Hier ist auch der Ort, noch einmal auf die oben nur kurz erwähnten Perennibranchiaten zurückzukommen, deren Gefässe verschieden angeordnet erscheinen, obgleich der Typus überall derselbe ist. Die Bildung der centralen Gefässstämme, wie sie die Tritonlarve zeigt und Siredon ebenfalls aufweist, ist als Grundlage für alle übrigen festzuhalten. Die Abweichungen, welche auftreten, beruhen meist auf Modificationen des untersten Paares, seltener auf denen der oberen.

Das letztere findet nach Owen's[1]) Angabe bei Menopoma alleghaniensis statt, indem die beiden oberen Bögen beim entwickelten Thiere an ihrem Ursprunge in grösserer Ausdehnung verschmelzen, das Verhalten der übrigen bleibt aber so, wie es die Regel ist und die von Mayer gegebene Abbildung der Gefässvertheilung ist also unvollständig.

Der vierte Bogen ist bei diesen Thieren, wie überhaupt, schwächer als die mittleren, und häufig überwiegt der Ductus Botalli, welcher ihn mit dem dritten verbindet, so sehr, dass derselbe die Hauptwurzel des aus der Vereinigung entspringenden Gefässes (Pulmonalis) darstellt. So verhält es sich z. B. bei Siredon[2]), wo der eigentliche Bogen sehr viel schwächer ist; bei Cryptobranchus halten sich beide Wurzeln das Gleichgewicht; bei Siren lacertina scheint wie bei Menopoma eine Reduction der vordersten Bögen stattzufinden. Denn während grosse Exemplare nur 3 zeigten, gelang es an einem jungen den Rest des vordersten vierten nachzuweisen. Owen's Darstellung der betreffenden Verhältnisse[3]), wo nur drei Paar Bögen existiren, deren unterster an der Basis der Kieme die Lungenarterie abgiebt, ist für erwachsene Individuen die richtige, obgleich dem eine Zeichnung von Rusconi[4]) entgegensteht, welcher 4 Paar abbildet. Dem Letzteren lag jedenfalls ein Exemplar vor, welches noch die volle Zahl zeigte, wie sie den Jugendzuständen eigen zu sein pflegt.

Sicher ist die Reduction der Bogenzahl bei Hypochthon und Menobranchus, und da hier der Ursprung der Pulmonalis am Anfang der primitiven Aortenwurzel liegt, so ist vermuthlich der vierte Bogen als der zurückgebildete zu betrachten. Die beiden mittleren sind bei den genannten Thieren in grösserer Ausdehnung verschmolzen und es ist daher zuweilen der Eindruck von nur zwei Bogenpaaren gegeben.

---

1) Owen, Comp. Anat. Tom. 1, 517. — Mayer, Analekt. d. vergl. Anat. Tab. VII, Fig. IV.

2) In der Thompson'schen Figur fehlt diese Verbindung der Pulmonalis mit dem dritten Bogen. Todd's Cyclop. Vol. I, 645.

3) Owen. On the structure of the heart of perennibranch. Batr. Transact. zoolog. S. Vol. I. pl. XXXI.

4) Rusconi, Les amours des Salamandres. Taf. V. Fig. VIII.

Diese Verschmelzung der Ursprungsstücke ist aber keine Entschuldigung für die von Mayer[1]) in seinen Analekten gegebene Figur des Menobranchusherzens, wo nur zwei Bögen existiren, die ungetheilt verlaufen und sich so hinten zur Aorta descendens vereinigen.

Brücke bemerkt sehr richtig, dass das Auftauchen der Dreizahl in den Aortenbögen bei den erwähnten Thieren den Uebergang böte zu den höher stehenden Amphibien und zunächst zu den ungeschwänzten Batrachiern.

Bei den letzteren nämlich treten nach übereinstimmender Angabe der meisten Autoren stets, d. h. auch bei den Larven, nur drei Paar von Aortenbögen auf. Auch hier brauchen also die Carotiden nicht die Sprossen der vergehenden ersten und zweiten Bogenpaare, um zum Kopfe zu gelangen.

Die Art des Verlaufs der Bögen beim Embryo der Frösche ist im wesentlichen demjenigen der Salamander analog; bei beiden führt jeder der Aortenbögen das Blut durch eine besondere Arterie in die Kiemen (Arteria branchialis), aus welchen es eine Kiemenvene (oder Arteria epibranchialis) in die Aorta sammelt, und der Uebergang in die bleibenden Zustände wird vermittelt durch Rami anastomotici am Ursprung der Kiemenarterien, welche beim Schwinden der Letzteren sich stärker ausbilden und die secundären Aortenwurzeln bilden helfen. Bei den Fröschen, wo sich erst äussere Kiemen bilden, an deren Stelle bald darauf innere treten, ist nach Rusconi's Beschreibung[2]) das Verhältniss nur insofern anders, als hier die secundäre Aortenwurzel nicht nur aus dem Ramus anastomoticus der Kiemenarterie (artère transitoire Rusconi) hervorgeht, sondern ausserdem eine direkte Verbindung aus dem Bogen selbst (artère permanente Rusconi) vorhanden ist, welche einen Theil des Blutstromes unmittelbar in die Aorta descendens leitet.

Ausser dem angeführten Autor ist noch Lambotte[3]) zu

1) Analekt. d. vergleich. Anatom. Taf VII, Fig. III.

2) Développement de la Grenouille commune pag. 50.

3) Observations anatomiques et physiol. sur les appar. sanguin. et respirat. des Batraciens Anoures. 1838.

nennen, welcher den betreffenden Verhältnissen eingehende Besprechung gewidmet hat. Schreiber Dieses ist aber leider nicht im Stande gewesen, sich die Schrift zu verschaffen, und die von Milne-Edwards gegebenen Excerpte derselben zeigen von solcher Unklarheit und zum Theil selbst Begriffsverwirrung[1]), dass sie den treffenden Darstellungen Rusconi's gar nicht an die Seite gestellt werden können. Vielleicht ist der Leser dieser Zeilen glücklicher in der Erlangung der citirten Schrift und, was noch schwieriger erscheint, in dem Verständniss derselben, wesshalb hier wenigstens auf ihr Vorhandensein aufmerksam gemacht wird, ohne dass im Texte näher auf den Inhalt eingegangen werden kann.

Rusconi giebt auch Andeutungen über das besondere Verhalten des letzten Aortenbogens, welches für die weiteren Betrachtungen wichtig erscheint. Er hat nämlich analog den bereits erörterten Verhältnissen beim Salamander auch bei der Froschlarve eine Spaltung des dritten Bogens in zwei Aeste beobachtet[2]), von denen der eine schwächere (spätere Lungenarterie) zu dem rudimentären vierten Kiemenbogen verläuft,

1) So nennt Lambotte, nach Milne-Edward's Citat zu urtheilen, kleine Gefässstämme, „welche das Blut aus den Kiemen ableiten“, Ramuli anastomotici, während sie nach der angegebenen Function doch zu dem Gebiet der Venae branchiales (Arteriae epibranchiales) gehören, und deducirt daraus wunderbare Abweichungen bei den Froschlarven, deren factische Grundlage bei gehöriger Scheidung der Begriffe in Nichts zusammenfällt. Für den ersten Bogen wäre nur die Behauptung wichtig, dass er nicht zur Bildung der Aorta dorsalis beitrüge, was indessen von keinem anderen Autor bestätigt wird. Milne-Edward's Lessons etc. p. 393.

2) R. drückt sich darüber folgendermaassen aus: — vers le douzième jour après la ponte, l'artère permanente, qui fait son chemin sous le troisième arc avant de donner son artère transitoire, produit une branche, qui va gagner le quatrième arc pour y former la quatrième branchie, laquelle est plus petite que les autres, et dont l'artère permanente, après avoir envoyé un rameau anastomotique très-court à l'aorte descendante, se porte ensuite sur les poumons etc. a. a. O. p. 53. — Dies nennt Milne-Edwards „moins précise“ als folgende Darstellung Lambotte's: Les artères branchiales propres [also nur die vergänglichen Kiemengefässe] des deux dernières paires

und einen Ramus anastomoticus zur Aortenwurzel schickt, während der andere den gewöhnlichen Verlauf zum dritten Bogen nimmt, woselbst er durch Abgabe einer Arteria branchialis in die zugehörige Kieme dringt.

Die entsprechende Darstellung Lambotte's (Siehe die Anmerkung) schliesst, abgesehen von der herrschenden Begriffsverwirrung über Arcus Aortae, Arteria branchialis, epibranchialis und Ramus anastomoticus den groben Irrthum ein, dass der fragliche Ast des letzten Bogens hinter der Vereinigung der Bögen seinen Ursprung fände, ebenso wie die spätere A. pulmonalis, während unzweifelhaft feststeht, wie es alle anderen Autoren bezeugen, dass die Abzweigung des Astes, welchen Milne-Edwards Artère cutanée cervicale nennt, vor dieser Stelle statt hat.

Die letztgenannte Arterie, auf welche für weiter unten zu erörternde Punkte ein besonderes Gewicht gelegt werden muss, ist bei den Fröschen bedeutend stärker, als das analoge Stämmchen der Salamander. Sie wird vielfach von den Autoren erwähnt und auch Brücke stützt auf dieselbe gewisse Theorien der Circulation, welche eine genaue Kenntniss ihres Verhaltens voraussetzen lassen. Während er aber angiebt, dieselbe sei zuerst von J. Müller erwähnt worden[1]), findet sie sich schon bei Swammerdam[2]) als von der Pulmonalis zu Theilen des Mundes gehend beschrieben; auch wurde sie nicht von Burow[3]) in der Abbildung Arteria cutanea genannt, sondern

---

se comportent autrement: vers l'extrémité supérieure et externe de l'appareil hyoïdien elles s'anastomosent directement avec les vaisseaux efférents (ou veines branchiales des auteurs), et ceux-ci [also Aortenwurzeln hinter der Vereinigungsstelle der Bögen!] unis entre eux par une grosse branche anastomotique [zum zweiten Male!] vont former ensuite l'un artère cutanée cervicale, l'autre l'artère pulmonaire". Lambotte in Milne-Edw. a. a. O. p. 393.

1) Br. Academieabhandl. a. a. O. pag. 356.

2) Biblia Naturae pag. 327 Fig. 3 f. (deutsch.)

3) De vasis sanguiferis Ranarum Fig. 1. k.
Arteria cutanea . . . . . = Fig. 2. k.
R. pulmonalis cutaneus = Fig. 5. o.

derselbe belegte sie zum Unterschied von einem mit obigem Namen bezeichneten Hautast der A. poplitea: Ramus pulmonalis cutem petens oder R. pulmonalis cutaneus; sie giebt ferner nicht ausschliesslich Aeste zur Haut des Rumpfes[1]), sondern ein starker Zweig steigt nach Art einer occipitalis unter der Haut des Kopfes in die Höhe, wie schon Gratiolet[2]) angiebt und Verfasser bestätigen kann; sie versorgt endlich überhaupt gar nicht die Haut allein, sondern ausser einigen kleinen bereits von Burow[3]) erwähnten oberflächlichen Zweigen giebt sie am Unterkieferwinkel einen starken Ast ab, der in die Tiefe zu den Muskeln des Unterkiefers und zu diesem selbst nach Art einer A. inframaxillaris höherer Amphibien verläuft. Da die eben widerlegten Angaben alle von Brücke gemacht worden sind und zum Theil direct als Beweismittel benutzt werden, so leuchtet ein, dass die anatomische Grundlage für seine Theorien hierin nur eine mangelhafte zu nennen ist. —

Owen[4]) nimmt aus der Spaltung des untersten Bogens Veranlassung, bei den Larven der Frösche ebenso wie bei den Salamandern 4 Paar jederseits zu zählen, und der dritte Bogen des ausgebildeten Thieres (Pulmonalis und A. cutanea) entspricht nach ihm den beiden letzten der Larve. Es ist gegen diese Auffassung, welche wesentlich auf der in Vorstehendem bereits entwickelten Analogie mit den Urodelen basirt, gewiss Nichts einzuwenden, so lange man sich das Abhängigkeitsverhältniss der beiden untersten Paare von einander klar macht, weil dadurch der Uebergang zu den höheren Amphibien angebahnt wird. —

Nach Besprechung dieses nur durch Hinzuziehen der embryonalen Verhältnisse verständlichen Verhaltens können wir in der vergleichenden Betrachtung der Aortenbögen der entwickelten Amphibien fortfahren. Die umstehende Skizze (Fig. 3),

1) Brücke a. a. O. S. 357.

2) Note sur le système veineux des Reptiles (Journal de l'Institut 1853, T. XXI, p. 61.).

3) Burow a. a. O. S. 11.

4) Owen, Compar. Anat. pag. 518.

welche auch die Verästelungen der Arteria cutanea (es wird der bereits allgemein acceptirte obgleich nicht ganz passende Name für diese Arterie beibehalten) in groben Zügen andeutet, schliesst sich an die folgenden schon besser an als die beiden vorangehenden; doch lehrt die genauere Betrachtung, dass die Abweichung von der allgemeinen Anordnung nur auf

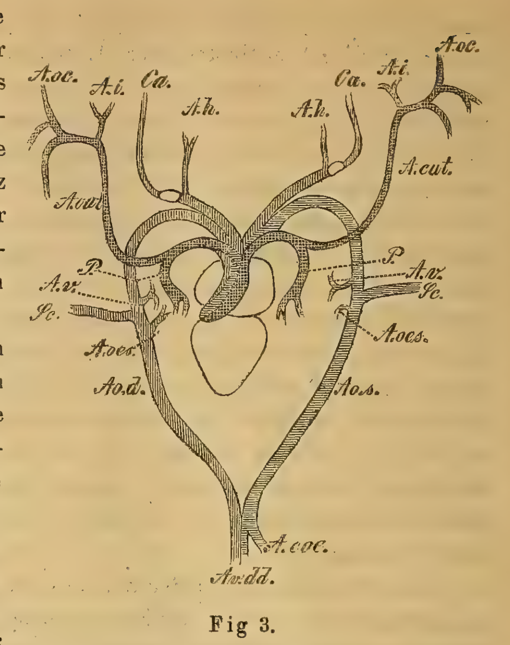


Fig 3.

einem geringfügigen Umstand beruht. Da nämlich bei der hohen Vereinigung der Aortenwurzeln in den beiden ersten Familien die wegen der grösseren Uebersichtlichkeit der Figuren angenommene Ausbreitung der Bögen in die Fläche, wie dieselbe weiterhin durchgeführt wurde, unthunlich war, so ist dadurch ein bedeutender Unterschied in dem Habitus geschaffen worden, welchem nur das genannte, unwichtige Moment zu Grunde liegt.

Die Familie der Anuren ist die erste unter den Amphibien, bei welcher die Stelle, wo die Aorta descendens aus den beiden Wurzeln entsteht, in ausgesprochener Weise unterhalb des Herzens lagert, und die drei Bögen sind jederseits völlig getrennt, während noch bei den Salamandern eine offene Verbindung zwischen den beiden letzten (Ductus Botalli der Autoren) bestehen bleibt. Von hier an aufwärts durch alle übrigen Familien der genannten Klasse finden sich in gleicher

gleicher Weise stets 3 Paar Aortenbögen, welche die Grundlage der bleibenden Gefässe darstellen.

Die Vergleichung der beigefügten, nach eigenen Präparaten gefertigten Schemata wied ergeben, wie die ursprünglichen 3 Bogenpaare in die bleibenden Gefässstämme verwandelt sind. Zugleich lässt die Art der Ausführung erkennen, dass hier nur die Hauptstämme in's Auge gefasst sind, weil vor Allem die Absicht vorlag, durch vergleichenden Ueberblick der Blutvertheilung weitere Gesichtspunkte über die Function der eigentlichen Herzabschnitte zu gewinnen. Für die Anordnung und Verzweigung der feineren Gefässtämme, deren Beschreibung zu weit führen würde, muss in erster Linie auf die bereits mehrfach citirten, verdienstvollen Arbeiten von Rathke, sowie die ebenfalls sehr schätzenswerthen von Corti[1]), Henri Jacquart[2]), Hyrtl[3]), Bojanus[4]), delle Chiaje[5]), Schlemm und viele andere hingewiesen werden, während hier nur die allgemeinen Grundzüge und gelegentliche Abweichungen von den Autoren entwickelt werden sollen[6]).

Das letzte, unterste Bogenpaar, mögen es im Gan-

---

1) Corti, De Systemate vasorum Psammosauri grisei.

2) Jacquart, Memoire sur les organes de la circulation chez le serpent Python. Annal. d. Scienc. nat. 4 Sér. Zool. Tom. IV. 1855. p. 321 – 64.

3) Hyrtl, Berichtigungen über den Bau des Gefässsystems von Hypochthon Laurentii (Medizinische Jahrb. d. österreich. Staat. 1844. t. XLVIII.

4) Bojanus, Anatome Testudinis europaeae Venarum systema Testudinis.

5) Delle Chiaje, Dissertazione sull' anatomia umana comparata et patholog. Monografia del sistema sanguigno delli animali Rettili. Rendicont. dell' Academ. Napol. Tom 7. 1848.

6) Gegenüber dieser massenhaften Literatur leuchtet die Unmöglichkeit ein, das jedem einzelnen Autor der Priorität nach originaliter Zukommende zu sondern, so in den Text aufzunehmen und den eigenen Beobachtungen an die Seite zu stellen. Da es dem Verfasser für diese Punkte nur auf die Uebersichtlichkeit der Darstellung ankommt, so hält er es zweckentsprechend, im Zusammenhang zu bleiben, ohne die Beobachtungen der einzelnen Autoren oder seine eigenen speziell hervorzuheben.

zen drei oder vier sein, enthält stets in sich die Anlage der Lungenarterien, wie bereits bei Besprechung der Perennibranchiaten angedeutet, und die Verhältnisse variiren nur insofern, als die bleibende A. pulmonalis bei den niedrigsten Formen (siehe Fig. 1. P.) einen Anhang desselben ausmacht und nicht einmal die Lungen ausschliesslich versorgt, in den höheren aber die directe Fortsetzung darstellt, zu welchen beiden Entwicklungsstufen die mit offen bleibenden Ductus Botalli das Mittelglied repräsentirt.

Milne-Edwards[1]) lässt bei den Tritonen die Pulmonalarterien aus dieser Anastomose entstehen, und behauptet, das vierte Paar verschwände vollständig (wie oben bei Hypochthon angegeben wurde), wofür er Rusconi's Beobachtungen als Beleg anführt. Wie er dies kann, ist schwer zu begreifen, jedenfalls wird die Vergleichung der Litteratur die Unhaltbarkeit dieser Hypothese dargethan haben; am auffallendsten ist aber, dass er unmittelbar dahinter Brücke's Beobachtung[2]) von vier Bogenpaaren beim erwachsenen Thiere citirt, und dieser, wo überhaupt so viele Paare vorkommen, die beiden mittleren zu Aortenwurzeln verschmelzen, die Pulmonalis aber, ebenso wie Rusconi[3]), aus dem vierten Paar entstehen lässt.

Durch die halbe Axendrehung der Ursprünge aus dem Ventrikel kommt der Stamm des letzten Paares, also der Arteria pulmonalis, anstatt vorn links, nach hinten zu liegen, zuweilen ganz hinter den Aorten verschwindend, zuweilen noch etwas nach links vorragend. Die Abbildungen der injicirten Herzen auf den Tafeln zeigen daher die beiden Haupt-Aeste häufig nur auf der hinteren Seite (Taf. XVIII, Fig. 6. 8. 10, Taf. XIX, Fig. 2. 4.).

Eine bemerkenswerthe Abweichung findet sich nur bei den Ophidiern, wo die eine der Lungenarterien, gewöhnlich die rechte (Fig. 6, Boa constrictor; Taf. XVIII, Fig. 1 u. 2, Python bivittatus) erhalten bleibt[4]), während die linke ebenso wie die

1) Milne-Edwards a. a. O. p. 390.

2) Brücke a. a. O. Taf. XXIII, Fig. 16 e, f.

3) Rusconi, Les amours etc. pag. 67.

4) Bei Uropeltaceen kommt z. B. die linke Pulmonalis allein vor,

entsprechende Lunge verkümmert, und sind dieselben auch dadurch auffallend, dass sie unmittelbar über dem Atrium eine Anschwellung bilden, aus welcher das zur Lunge verlaufende Gefäss sich plötzlich verjüngend seinen Ursprung nimmt.

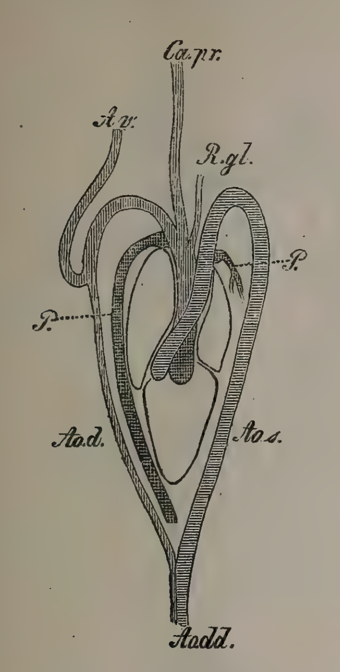


Fig. 6.

Das letzte Bogenpaar nebst dem zugehörigen Stamm des Truncus arteriosus ist in den Figuren gekreuzt schraffirt.

Das zweite Bogenpaar stellt die Wurzeln der Aorta descendens dar; dasselbe tritt bei den niedrigsten Formen (Cryptobranchus) doppelt auf, als Uebergang zu den höheren sehen wir es bei den Salamandrinen wechselnd, entweder in ähnlicher Weise wie bei den Perennibranchiaten oder der zurückgebildete dritte Bogen wird zu einer A. cutanea. Das letztere Verhalten bleibt dann für die ungeschwänzten Batrachier Regel und die höheren Amphibien erinnern nur noch durch das Auftreten kleiner von der Krümmung des Aortenbogens zur Schultergegend verlaufender Gefässe (Rami claviculares) an die niedriger stehende Bildung.

Die Vereinigung der Aortenbögen liegt bei den Batrachiern, wie bereits erwähnt, sehr hoch, aber ausserdem verhalten sich die Wurzeln gleichwerthig, was auch noch von den Fröschen gilt. Als einen Beweis dafür sehen wir die Subclavien in den Figuren 1—3 symmetrisch entspringen, bei Cryptobranchus und Salamandra aus der Aorta descendens, bei Rana aus den

---

wie aus der Monographie dieser Familie von Prof. Peters hervorgeht.
a. a. O. Taf. I. Fig. B.

absteigenden Bögen jeder Seite. In diesen Fällen sind meist die von den Bogenkrümmungen zur Schultergegend verlaufenden Aeste relativ stark ausgebildet, was anzudeuten scheint, dass die tief, gewissermaassen wie A. intercostales der rippentragenden Amphibien entspringenden Gefässe, nur vicariirend eintreten.

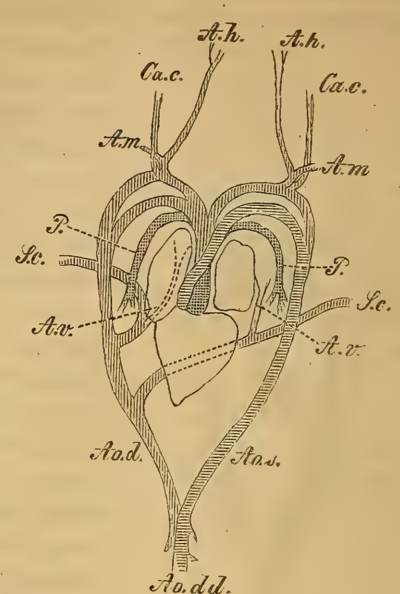


Fig. 4.

Sobald die Trennung einer rechten und linken Aorta auch die Wurzeln betrifft, so ändert sich das Verhalten, die A. subclaviae entspringen alsdann unsymmetrisch und zwar stets aus der rechten Aorta, sei es dass sie gesondert aus dem absteigenden Theile des Bogens hervorgehen, (s. Fig. 4. und 5.) sei es, dass sie einen gemeinsamen Stamm bilden (s. Fig. 7.). In der Regel findet sich an dieser Stelle auch der Ursprung zweier

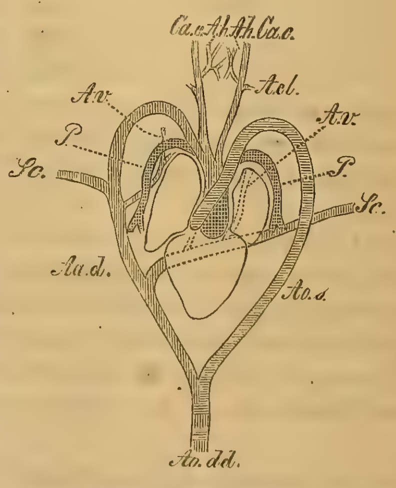


Fig. 5.

starker nach oben verlaufender Gefässe, welche meist zur Subclavia ihrer Seite in Beziehung treten, indem sie entweder aus derselben direkt oder aus dem von beiden gebildeten Stamm entspringen. Das letztere Verhalten wurde an einem Exemplar von Lacerta ocellata beobachtet, wo entgegen dem gewöhnlichen Ursprung bei dieser Art, beide Subclavien einen Stamm bildeten. Das der rechten Subclavia entsprechende Gefäss kann auch dem Anfangspunkte der genannten Arterie gegenüber isolirt entspringen (Fig. 5.)

Bei Rana findet sich ein solches Stämmchen etwas oberhalb der Arteria subclavia nach innen und hinten ziehend, Burow's[1]) Ramus occiput petens, welche den eben erwähnten homolog ist. Dies von Burow zu schwach angegebene Stämmchen tritt an den Seiten des Atlas nach hinten und spaltet sich dann in zwei Aeste, von denen sich der eine nach oben zum Hinterkopf wendet, der andere aber längs der Wirbelsäule abwärts steigt. Aehnliche Arterien finden sich auch bei den Salamandern, wo dieselben aus der Aortenwurzel kurz vor der Bildung der Aorta descendens entspringen, und schon vor dem Durchtreten einen Ast zum hinteren Theil des Schlundes und Rückenmarkskanales abgeben; die rückläufigen Aeste sind ebenfalls vorhanden[2]).

Die Lage und der Verbreitungsbezirk der in Rede stehenden Arterien ist bei den höheren Amphibien nicht überall gleich, jedoch verlaufen sie als Regel zu beiden Seiten der Wirbelsäule aufsteigend, wobei sie in der Rumpfhöhle A. intercostales und R. spinales zum Rückenmarkskanal, am Halse zahlreiche Aeste an die tieferen Muskeln abgeben.

Bei manchen Sauriern lassen sich diese Arterien auch bis zum Atlas hin verfolgen, doch sah sie Rathke niemals in den Kopf selbst eindringen; er hält sie trotzdem den A. vertebrales der höheren Wirbelthiere analog und giebt ihnen dieselbe Bezeichnung, welche auch hier acceptirt wird.

---

1) a. a. O. Fig. 5. l.

2) Vergl. auch Hyrtl, Monographie des Cryptobranchus. Taf. XI, Fig 4.

Ein bemerkenswerthes Verhalten zeigen die genannten Stämme bei den Monitoren, indem sie nämlich bei diesen nicht wie sonst nahe dem Ursprung der Subclavien aus der rechten Aorta entstehen, sondern sehr hoch oben, wo die letzteren schon die Krümmung zur vorderen Extremität eingehen, worauf sie wieder mehr nach einwärts an die Seite der Wirbelsäule ziehen. Rathke hat solchen Ursprung bei verschiedenen Varanen beobachtet, Psammosaurus lässt er zweifelhaft, da die Corti'sche Beschreibung in diesem Punkt nicht deutlich sei; Schreiber Dieses kann aber sowohl für Psammosaurus wie für Hydrosaurus (Fig. 7.) einen gleichen Verlauf constatiren.

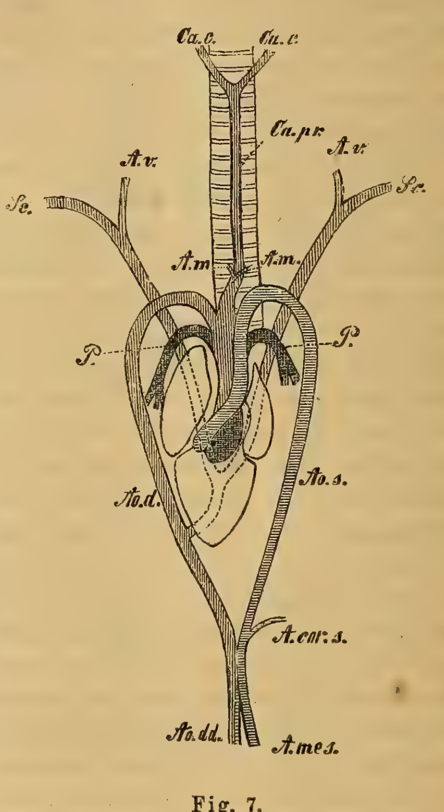


Fig. 7.

Er erkennt darin ebenfalls eine Crocodilähnlichkeit der Monitores, indem der Charakter der besprochenen Gefässe sich durch einen derartigen Ursprung und besonderen Verlauf an gewisse andere, den Eidechsen nicht zukommende wohl aber den Crocodilen eigene Arterien (A. collaterales colli) anschliesst.

Die fusslosen Echsen zeigen eine andere Abweichung, in-

dem hier öfters die A. vertebrales zu einem längeren Stämmchen vereinigt sind, das sich erst höher oben gablich theilt und so an die entsprechende Bildung der Schlangen erinnert (z. B. Anguis fragilis[1]).

Hier findet sich regelmässig nur eine, aber sehr starke Vertebralis, welche auch die fehlenden A. subclaviae ersetzt und häufig die Hauptfortsetzung der rechten Aorta repräsentirt (Fig. 6 und Taf. XIX. Fig. 2 A. v.).

Ausser den A. vertebrales giebt die linke Subclavia öfters noch Zweige an den Oesophagus und die Trachea ab, oder diese entspringen aus den absteigenden Aortenbögen selbst (A. laryngea und oesophagea des Frosches), nach Species und auch individuell sehr variirend, so dass eine bestimmte durchgreifende Regel dafür nicht aufgestellt werden kann.

Die linke Hälfte des zweiten Bogenpaares hat bei allen beschuppten Amphibien einen vollständig gesonderten Ursprung aus dem Ventrikel und zeigt eine viel einfachere Vertheilung als die rechte (sie ist in den Figuren zum Unterschied von der letzteren horizontal schraffirt). Abgesehen von den erwähnten, unbedeutenden Aesten für den Oesophagus verläuft sie unverzweigt abwärts bis zur Wirbelsäule und vereinigt sich hier mit der rechtseitigen in sehr verschiedener Weise. Während bei den Urodelen dadurch ein einfacher, gleichmässig weiterziehender Stamm gebildet wurde, verbindet sich die linke Aorta schon bei den ungeschwänzten Batrachiern nur unvollkommen durch eine Anastomose mit der rechten und geht dann in die obere Arterie für den Tractus intestinalis, A. coeliaca, über, welche die eigentliche direkte Fortsetzung desselben darstellt. Wie Hyrtl[2]) gezeigt hat, ist die innere Communicationsöffnung beider Aorten nur klein und der Blutstrom dürfte also hauptsächlich den Weg in die Coeliaca nehmen.

Bei den eigentlichen Eidechsen (Lacerta, Chamaeleo, Uromastix) gehen die Adern für das chylopoetische System erst beträchtlich unterhalb der Vereinigungsstelle ab, so dass sie

1) Rathke a. a. O. S. 88.

2) Medizin. Jahrbücher d. österr. Staat. Bd. XV, 1838, S. 380.

nicht der linken Aorta ausschliesslich zugerechnet werden können.

Gleichzeitig sind sie auch, mehr als bei den übrigen beobachtet wird, in einzelne kleine Stämmchen mit isolirtem Ursprung getheilt, was besonders bei Uromastix in sehr auffallender Weise zur Anschauung kommt (Fig. 4). Auch bei den Schlangen verläuft die Aorta abdominalis ein ganzes Stück abwärts, bevor sie Gefässe für den Darmcanal entsendet.

Ein bemerkenswerthes Verhalten zeigen die Varanen (Fig. 7) durch den Verlauf, weniger durch den Ursprung der fraglichen Gefässe. Die Figur lässt erkennen, wie sich die linke Aorta in gewohnter Weise der rechten anlegt, an dieser Stelle durch eine enge Anastomose mit ihr zusammenhängt und dann nach Absendung eines schwachen, rückläufigen Zweiges in die Darmarterie übergeht. Die vom Verfasser untersuchten Psammosaurus griseus und Hydrosaurus Gouldii hatten den Abgang der letzteren keineswegs so beträchtlich oberhalb der Verbindungsstelle, wie Corti und Rathke es angeben. Richtig ist aber die Beobachtung, dass diese Arterie wesentlich den Darm nach Art einer A. mesenterica versorgt, während die Hauptmagenarterie, welche auch Aeste zur Leber schickt, also A. coeliaca, erst viel tiefer entspringt; beide verbinden sich bogenförmig in der Gegend des Pylorus. Der rückläufige Ast der Aorta sinistra hat bei den erwähnten Arten seinen Hauptverbreitungsbezirk im oberen Drittel des Magens und giebt nur einen Zweig an den Oesophagus, wie es Rathke auch bei Varanus beschreibt[1]), entgegen der Angabe Corti's[2]), welcher das Gefäss als ausschliesslich dem Oesophagus zugehörig darstellt; es ist also eine A. coronaria ventriculi und keine A. oesophagea.

Bei den Crocodilen sowohl wie bei den Schildkröten entspricht die Anordnung wieder der am häufigsten auftretenden Form, indem die A. coeliaca die hauptsächliche Fortsetzung der linken Aorta bildet, welche letztere durch eine verschieden weite, mehr oder weniger quer gestellte Anastomose mit der rechten zusammenhängt.

1) Rathke's Aortenwurzeln der Saurier. S. 52.

2) Corti, De systemate vasorum Psammosauri grisei.

Soviel über die Stämme, welche sicher dem zweiten Bogenpaar ihren Ursprung verdanken; die weiterhin zu erwähnenden sind zweifelhaft oder gehören entschieden dem ersten Paare an.

Die Gebiete beider können im Einklange mit der embryonalen Anlage in doppelter Weise mit einander verbunden sein; an ihrem Ursprunge aus dem gemeinsamen Truncus und an den Seiten des Halses, wo sich die Bögen abwärts krümmen.

Durch die schräge Spaltung des Truncus arteriosus von links oben nach rechts unten, fällt dem Ursprunge nach das oberste, erste Paar mit der rechten Hälfte des zweiten zusammen, indem so der Stamm der rechten Aorta gebildet wird (senkrecht schraffirt in den Figuren), dasselbe lässt sich daher central nicht genau sondern, peripherisch dagegen ist die Trennung beiderseitig als Regel vollständig durchgeführt. Eine Ausnahme bilden nur die Lacerten und verwandte Genera, bei denen das ganze Leben hindurch das seitliche Verbindungsstück der beiden Bögen vollständig durchgängig bleibt (Uromastix Fig. 4 und Taf. XVIII. Fig. 8), also der linke Bogen der rechten Aorta mit dem der linken, rechts die beiden übrigen Bögen der erstgenannten Aorta untereinander, ein Beweis, dass trotz der durchgreifenden Abtrennung der linken Aorta bis zum Ventrikel, die sich entsprechenden Bögen jeder Seite auch im ausgebildeten Thiere noch eine gewisse Gleichwerthigkeit behalten [1]).

Bis zu diesem Punkte ist die Uebereinstimmung der Autoren eine fast vollständige oder lässt sich ohne Schwierigkeit erreichen; der jetzt zu besprechende Theil des Gefässsystemes aber wird sehr verschieden beschrieben und entwickelt. Auch hierin scheint Rathke, dessen positive Beobachtungen schwer anzugreifen sein dürften, wenn man sich auch scheut, seinen nach Analogien gebildeten Vorstellungen beizutreten, die besten Beschreibungen gegeben zu haben, und es wird daher seine Darstellung zu Grunde gelegt, so weit dieselbe nicht auf dem mehrfach erwähnten Schema der 5 Bogenpaare fusste. Die aus sol-

1) Als Ausnahme ist es Rathke auch bei einem Chamaeleo planiceps gelungen, eine Anastomose der vorderen Bögen nachzuweisen. a. a. O. Taf. II, Fig. 9.

chem Schema resultirenden Anschauungen sind wohl zum Theil der Grund, dass durch die meisten Autoren schon für die nach beiden Seiten sich abzweigenden Ursprungsstücke Bezeichnungen gewählt werden, welche gewissen Bedenken unterliegen. Es sollten ja die zwei vorderen Aeste des Truncus, bevor sie als Aorten- und Carotidenbogen zur Seite des Halses herabsteigen, jederseits einen gemeinsamen Stamm darstellen, welcher dem Truncus anonymus des entwickelten Thieres entsprach. Wo man darauf bei den Amphibien nach beiden Seiten auseinanderweichende Aeste der Aortenbögen fand, die in mehrere Arterien der vorderen Rumpfhälfte zerfielen, hat man dieselben ohne Weiteres Trunci anonymi genannt, unbekümmert darum, ob sie eine Carotis enthielten oder nicht. Selbst zugegeben (was für die Amphibien noch keineswegs erwiesen ist, wenn auch vielleicht für die Vögel), dass ein Entwicklungsstadium bestand, wo auch der später nicht Gehirnarterien abgebende Zweig des Truncus solche hatte, kann man doch kaum einen Namen, der lediglich auf Verhältnisse beim ausgebildeten Thier gegründet ist, einer embryonalen Anschauung zu Liebe auf Theile übertragen, die in den mit dem Namen verbundenen Begriff nicht passen.

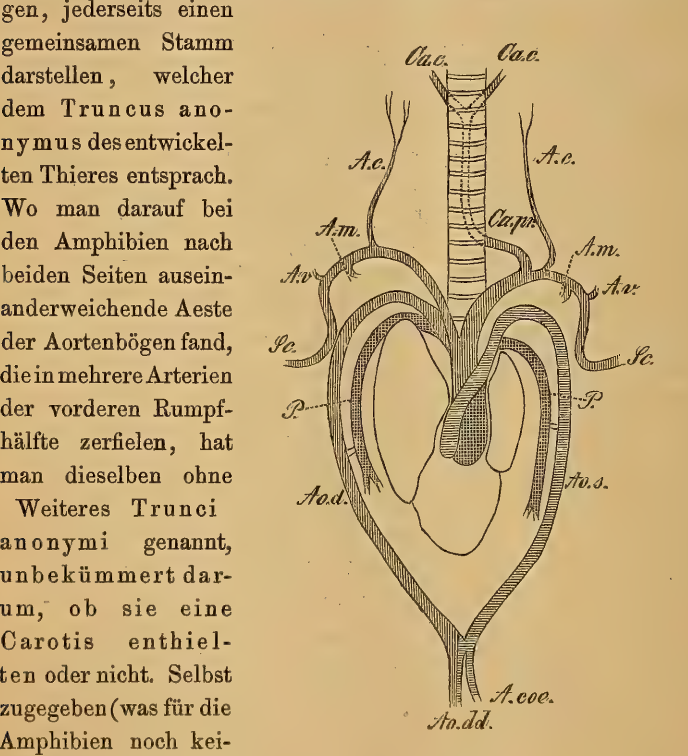


Fig. 8.

Verlangt man von einem Truncus anonymus, dass er Carotis und Subclavia in sich enthalte, so giebt es solche zunächst nur bei den Schildkröten (Fig. 9), wo sie sehr kurze, aber ganz symmetrische Stämme der rechten Aorta darstellen; bei den Crocodilen (Fig. 8) ist in gleichem Sinne von solchen Gefässen nicht mehr zu reden, da nur die linke Hälfte des vordersten Aortenbogens Carotiden abschickt, der entsprechende rechtsseitige dagegen Nichts davon enthält. Man könnte also

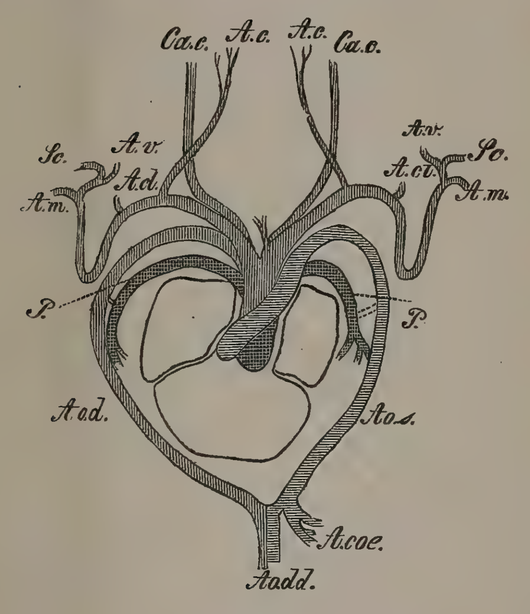


Fig. 9.

nur den links verlaufenden Stamm Truncus anonymus nennen, während der sich rechts wendende halb so starke nur einer A. subclavia entspricht, wie solche auf der anderen Seite nach Abgabe der Carotiden entsteht. In Fig. I. der Bischoff'schen Beschreibung des Crocodilherzens ist das Verhältniss beider Gefässe zu einander richtig abgebildet[1]), doch

---

1) Bischoff a. a. O. E. F. der Figuren auf Taf. I. Müller's Archiv 1836.

scheint der Autor zur Zeit über den Verlauf derselben nicht genügend orientirt gewesen zu sein, da er das rechts abgehende als Carotis dextra bezeichnet, während er das aus seiner Carotis sinistra entspringende, welches denselben Verbreitungsbezirk hat, Subclavia sinistra nennt, eine Subclavia dextra aber gar nicht aufgeführt ist. In Fig. 2—4 derselben Abhandlung ist der Unterschied in der Stärke zu gering verzeichnet, und bei weiterer Vervielfältigung der Abbildung, wie solche in den vergleichenden Anatomien wieder erscheint, ist er ganz verschwunden, während beide Gefässe sich symmetrisch als echte Trunci anonymi in Carotis und Subclavia spalten. Rathke nennt die Gefässe auch, unbekümmert um das einseitige Lagern der Carotiden und ihre functionelle Ungleichheit bei den Crocodilen, stets Trunci anonymi.

Bei allen übrigen Eidechsen haben die Subclavien, wie bereits erwähnt, einen gesonderten Ursprung aus der rechten Aorta und es sind also wahre Trunci anonymi überhaupt wenig unter den Amphibien verbreitet.

Die Verästelungen der Arteriae subclaviae der Schildkröten geben eine sehr vollständige Anschauung über die hauptsächlichsten der vorkommenden Stämme. Wir sehen von denselben zuerst eine starke Arterie zum Halse aufsteigen, die sich bis zum Zungenbein verfolgen lässt und in vorliegenden Zeilen nach Rathke's Vorgang A. collateralis colli genannt werden soll; alsdann giebt sie Aeste an das Schultergerüst, welche ebenso wie die collaterales colli auch bei anderen Amphibien nachweisbar sind, bald aber mehr den A. supraclaviculares, bald suprascapulares, bald thoracicae anteriores zu entsprechen pflegen. Rathke scheint diesen Aesten keinen besonderen Namen gegeben zu haben [1]), soll indessen trotz des sehr wechselnden Verhaltens ein gemeinsamer Name gewählt werden, so wäre vielleicht Rami claviculares nicht unpassend, insofern dieselben stets in der Gegend des Schultergürtels verlaufen, und der besseren Vergleichung wegen ja auch die Bezeichnung „Subclavia“ allgemein da beibehalten wird, wo eigentliche Claviculae fehlen.

1) Er nennt sie Muskelast des Carotidenbogens, a. a. O. Taf. I. Fig. 6 n, S. 73.

Bei den Schildkröten erhält das ausgebildete Schultergerüst eine starke Arterie, welche wesentlich den Charakter einer A. suprascapularis trägt, ausserdem aber verläuft weiter nach aussen eine A. mammaria interna längs des Sternalrandes nach unten, während sich nach oben eine A. vertebralis von der Subclavia abzweigt. Bei den Crocodilen finden sich von diesen Arterien nur die A. collateralis colli, die A. mammaria interna und A. vertebralis communis, indem das Schulterblatt von weiter nach aussen entspringenden Aesten der Subclavia versorgt wird; bei den Varanen reducirt sich die Zahl der oben abgehenden Aeste noch mehr, da hier ausser ein paar sehr feinen Arterien an der absteigenden Krümmung der Bögen nur zwei zu einem kurzen Stämmchen vereinigte A. mammariae internae vorkommen, welche aus der Hauptcarotidenwurzel ihren Ursprung nehmen. Während die genannten Stämme ihrem Verlauf nach den Mammariae entsprechen, kann man sie dem Ursprung nach mit zwei schwachen Gefässen vergleichen, welche bei den Schildkröten genau an derselben Stelle entstehen, aber sich zum inneren Ende der oberen Schlüsselbeine begeben und also dem Verlaufe nach R. claviculares genannt werden könnten. Bei den Eidechsen, wo die Mammariae internae unbedeutend entwickelt sind oder fehlen, treten die Muskeläste des Carotidenbogens (Rathke) besonders stark hervor und rücken häufig nahe an den Ursprung des Kopfastes heran (Lacerta ocellata); bei manchen (Uromastix spinipes, Fig. 4) bilden sie mit dem Letzteren ein kurzes Stämmchen.

Was nun die eigentlichen Carotiden betrifft, welche wesentlich allein aus den ersten Bögen hervorgehen, so ist für diese Gefässe durch die gesammte Klasse der Amphibien trotz aller Variationen der Gesammttypus ein einiger, obgleich die Entstehungsweise derselben nach Rathke bei den beschuppten und den nackten eine so wesentlich verschiedene sein soll.

Ueberall findet man zu beiden Seiten des Kopfes ein starkes Gefäss, welches die tieferen Theile, besonders das Gehirn versorgt (Carotis interna, Autor. Endocarotid, Owen) und ein schwächeres, das ein schwankendes Verhalten zeigt, stets aber

nur die mehr äusseren Parthien versorgt (Carotis externa, Autor. Ectocarotid, Owen). Diese vier Stämme können nach abwärts in sehr mannigfaltiger Weise vereinigt sein, indem sie zunächst zu Carotides communes verbunden werden, dann aber häufig auch diese wieder in einen Stamm von wechselnder Länge und Lage übergehen. Die Vereinigung der letzteren denkt sich Rathke bei den Crocodilen im Gegensatz zu den analogen Stämmen der Varanen und Schlangen auf folgende Weise entstanden: Die beiderseits gleichmässig entwickelten Carotiden sollen miteinander mehr und mehr „verschmelzen", worauf schliesslich das eine Ursprungsstück (im vorliegenden Falle das rechte) obliterire und so ein unpaares Gefäss entstände, welches sich erst oben wieder in die Carotides communes theile. Bei den Varanen und Schlangen hingegen soll sich der gemeinsame Ursprungsstamm aus der rechten Aorta „herausspinnen" und so das Product einer fortschreitenden, das ersterwähnte aber einer rückschreitenden Metamorphose sein.

Thatsächliche Beobachtungen für diese Behauptungen liegen nicht vor, Rathke begnügt sich darum auch mit einem „wohl mit Sicherheit, — wahrscheinlich"[1]), indem er die Crocodile ohne Weiteres mit den Vögeln analogisirt, um sie von den, ihnen in den meisten Beziehungen so verwandten Monitoren zu trennen. Dass die Rathke'sche Anschauung nicht die einzig mögliche ist, lehrt folgende Betrachtung: Die unpaar werdenden Stämme der Carotiden haben im Einklange mit den Gesetzen des bilateral symmetrisch gebauten Körpers das Bestreben, in die mittlere Sagittalebene zu rücken; sie verlassen also eo ipso den ihnen einzeln angewiesenen Platz neben den Nervi vagi und es bieten sich für das entstehende unpaare Gefäss dann selbstverständlich nur zwei Möglichkeiten d. h. es liegt vor oder hinter der Trachea (und Oesophagus)[2]). Sollen nun durchaus mechanische Vorstellungen in die Betrachtungsweise solcher organischen Entwicklungen hineingezogen werden,

1) a. a. O. S. 123.

2) Der Fall, dass es zwischen Trachea und Oesophagus sich einschöbe, scheint überhaupt nicht vorzukommen, würde auch nur als eine Variation des in die Tiefe Sinkens der Carotis aufzufassen sein.

so liesse sich in beiden Fällen der endliche Zustand durch „das Ausspinnen“ von Gefässstämmen ableiten. Während sich in dem einen Falle (Varanen, Schlangen) der Carotidenstamm allein aus der rechten Aorta herausspinnt, spinnt sich in dem anderen Falle (Crocodile) gleichzeitig die linke Hälfte des obersten Bogens etwas aus, um dem entstehenden unpaaren Stamm die Möglichkeit zu geben, die Mittellinie des Halses hinter dem Oesophagus zu erreichen. In der Zeit, wo diese Bildung vor sich gehen muss, sind die Endäste gewiss noch so wenig entwickelt, dass die für die rechte Seite des Kopfes bestimmte Arterie sich definitiv unterhalb des genannten Organes ausbilden kann.

Aus diesen Gründen hat man wohl ein Recht zu verlangen, dass die Carotiden im Stadium der beginnenden Verschmelzung bei den Crocodilen wirklich demonstrirt werden, ehe man sie in einem so wichtigen Punkte von den sämmtlichen verwandten Arten losreisst.

Als Consequenz der entwickelten Anschauung ergiebt sich die Verwerfung eines doppelten Namens für beide Arten von gemeinsamen Carotidenstämmen bei Amphibien und es wird der bei den anderen Familien mit Ausnahme der Crocodile von Rathke selbst angewandte Name Carotis primaria zu allgemeiner Annahme empfohlen. Ob bei den Vögeln die Entstehung des Carotidenstammes in der That so abweichend ist, um einen andern Namen: Carotis subvertrebralis (Rathke) wünschenswerth zu machen, kann hier nicht erörtert werden, jedenfalls erscheint es überflüssig, ihn auf das ähnliche Gefäss der Crocodile auszudehnen.

Wechselnde Bezeichnung der fraglichen Arterie findet sich bei den Schlangen, indem dieselbe von Cuvier Carotis communis genannt wurde, von Schlemm aber A. cephalica[1]). Die letztere Benennung hätte insofern Berechtigung, als der genannte Autor in dem nach rechts herüberziehenden Endast ausser der rechten Carotis communis auch die beiden A. vertebrales finden will, während Cuvier und Rathke (welchem

1) Schlemm, a. a. O. S. 107.

sich der Verfasser in dem Punkte völlig anschliesst) die gemeinsame A. vertebralis in der aus der rechten Aorta direct sich entwickelnden Arterie (A. collaris, Schlemm) erkennen.

Der Stamm der Carotiden pflegt bei den Schlangen auf der linken Seite der Trachea aufzusteigen, der Ursprung aus der Aorta liegt aber etwas rechts, und da ausserdem an dieser Stelle eine andere, schwächere Arterie, entweder isolirt (Python bivittatus, Boa constrictor[1]) oder dicht oberhalb der Aorta aus der Carotis primaria entsteht, so erhält man dadurch den Eindruck, dass zwei Carotiden von ungleicher Stärke vorliegen. Der Verlauf des letzterwähnten Stammes (Ramus glandularis Schlemm) ist zwar sehr abweichend von dem einer Carotis — er geht hauptsächlich zu den Drüsen des Halses — doch scheint das Auftreten eines schwachen, von demselben neben V. jugularis und Vagus aufsteigenden Astes anzudeuten, dass er ursprünglieh in der That eine Carotis repräsentirte. In seinem definitiven Verhalten ist er nur das Analogon eines durch alle Familien der Amphibien in sehr ähnlicher Weise erscheinenden Carotidenastes (Thymusdrüsenast, Rathke).

Bei manchen Arten fehlt er, es ist alsdann der sonst zweite Ast stärker entwickelt und zeigt einen grösseren Verbreitungsbezirk, indem die bei den Schlangen weit oben aus der Carotis primaria abgehenden Aeste mit ihm zu einem gemeinsamen Stamm vereinigt sind.

Rathke beschreibt diesen zweiten Ast bei den Sauriern als: Kehl-Zungenast des Carotidenbogens[2]), er kommt aber bei den Batrachiern in ganz ähnlicher Weise zur Anschauung, wo er von Burow bei Rana A. lingualis genannt wird, und auch die meisten anderen Autoren haben diesen Namen beibehalten, obgleich derselbe kaum als passend bezeichnet werden kann, weil der Gefässstamm auch andere Theile, z. B. die abwärts steigenden Zungenbeinmuskeln versorgt. Man sollte ihn daher wohl lieber A. hyoideo-lingualis nennen.

Je grösser der Verbreitungsbezirk dieser Arterie und der

1) Schlemm sah ihn bei Boa constrictor ebenfalls aus der Carotis primaria entspringen.

2) Rathke, Aortenwurzeln der Saurier S. 65.

besprochenen A. collaterales colli wird, um so mehr treten die hoch oben unter dem Kopfe abgehenden Aeste zurück, welche ursprünglich die Carotis externa darstellen, der Kehl-Zungenast entspricht alsdann mehr oder weniger vollständig der verschwindenden Arterie und ist auch von den Autoren vielfach direct als Carotis externa beschrieben worden.

Ueber das vicariirende Verhältniss dieser Carotidenäste und über ihre Vertheilung am Halse und Kopfe sind die Rathke'schen Arbeiten so vollständig und genau, dass es selbst dann überflüssig sein würde, darüber etwas Weiteres zu sagen, wenn diese Verhältnisse, als peripherische Gefässvertheilungen betreffend, überhaupt in das Gebiet der vorliegenden Arbeit fielen.

III.

Innerer Bau der einzelnen Herzabschnitte.

Truncus arteriosus.

Die im vorigen Capitel besprochenen grossen Gefässe vereinigen sich bei allen Amphibien an der Stelle, wo der parietale Theil des Herzbeutels in den visceralen übergeht oder eine geringe Strecke innerhalb dieser Stelle zu dem Truncus (Bulbus) arteriosus. Sie sind von da ab untrennbar mit einander verwachsen und theilweise verschmolzen; wie aber schon äusserlich an diesem Organ durch Furchen das Fortbestehen einzelner Blutbahnen kenntlich ist, so ergiebt auch die innere Untersuchung die Trennung durch Scheidewände in gewisse Abtheilungen.

In den niedrigsten Formen geht die Reduction der Scheidewände so weit, dass, wie Hyrtl gezeigt hat[1]), das Verhalten der inneren Organisation dem entsprechenden bei dipnoischen Fischen vollständig gleichkommt. Am meisten zurückgebildet scheinen sie bei Siren lacertina zu sein, wo nur ein Vorsprung

1) Monographie des Lepidosiren paradoxa.

existirt, dessen Vertiefungen den am Ende des Bulbus abgehenden Aortenbögen entsprechen, in höher entwickelten Formen der Perennibranchiaten nähert sich die Bildung mehr derjenigen, welche den Salamandern eigen ist. Hier finden sich longitudinale Leisten, die eine unvollkommene Trennung der Blutbahnen ermöglichen, sich aber nicht hinreichend von der Wand erheben, um in ähnlicher Weise zu wirken wie bei den ungeschwänzten Batrachiern.

Im Bulbus der letzteren (Rana, Bufo und verwandte Arten) findet sich eine (nicht zwei, wie manche Autoren angeben) longitudinale Falte, deren Studium bei Bufo Brücke einen besonderen Fleiss zugewendet hat, doch scheint er hier wie auch in anderen Punkten etwas durch Verzerrungen des Präparates beeinflusst worden zu sein.

Die Scheidewand, welche den Bulbus arteriosus bei Rana der Länge nach theilt (Spiralklappe der Autoren), entspricht sowohl nach Ursprung wie Verlauf so vollständig den entsprechenden Theilen im Truncus höherer Amphibien, dass man nur in irgend einem der Durchschnitte auf den beigegebenen Tafeln, welche den gemeinsamen Stamm der Arterien getroffen haben (z. B. Taf. XX, Fig. 1, Fig. 2 u. s. w.), sich zu denken braucht, die von der Rückwand hervorwachsende, vorn in zwei Schenkel gespaltene Leiste erreiche in den beiden letzteren die vordere Wand nicht vollständig, es entstände also kein besonderes Fach für die linke Aorta, und man hat genau die Spiralklappe des Bulbus bei Rana in allen wesentlichen Stücken. Der freie Rand der Klappe liegt also stets da, wo bei höheren Amphibien die linke Aorta liegt, dreht sich in derselben Weise von unten rechts nach oben links und der befestigte Ursprung längs der Wand entspricht der hinteren Trennungslinie zwischen rechter Aorta und Pulmonalis.

Die S-förmigen Krümmungen des Organs, welche Brücke nach einem mit Weingeist injicirten Herzen abbildet, und von denen er sagt „dass die Convexität der vorderen nach unten links und die der hinteren nach oben links (rechts?) [1]) sähe,“

1) Br. a. a. O. S. 355. — Hr. Prof. Brücke möge es dem Schrei-

sind jedenfalls durch die Schrumpfung des Bulbus bei der Präparation entstanden, da prall injicirte und so getrocknete Präparate nur die oben beschriebene spiralige Drehung zeigen, welche harmonisch ist mit der des ganzen Bulbus. Ferner kann man sich nicht wohl vorstellen, was Brücke mit einem oberen linken angehefteten und unteren rechten freien Rand meint, da nach den Erfahrungen des Verfassers die Spiralklappe an der Ursprungsstelle des Bulbus aus dem Ventrikel von der Rückwand her sich in gleichmässiger Krümmung durch das Lumen bis zur vorderen Wand zieht, um dann in der beschriebenen halben Spirale aufzusteigen und sich am oberen Ende des Bulbus an die hier befindlichen Klappen zu heften.

Schneidet man einen mit erhärtenden Massen (z. B. Talg) injicirten Bulbus quer durch, so sieht man selbst bei starker Füllung die Klappe doch wenigstens $^{2}/_{3}$ des ganzen Lumens durchsetzen, worauf sie mit einem verdickten Rande (rudimentäre Andeutung der Schenkel zur Abgränzung der linken Aorta höherer Amphibien) aufhört. Es leuchtet ein, dass also bei schwachgefülltem Bulbus der freie Rand der Wand gänzlich oder doch nahezu anliegt, man sieht daher nicht ein, wozu die in solchem Moment zur Wirksamkeit kommenden Klappen des oberen Endes vordere und hintere Theile brauchen,

---

ber dieser Zeilen nicht als bösen Willen auslegen, wenn er sich nicht getraut, in diesen wie in ähnlichen Fällen mit Sicherheit zu entscheiden, ob wirklich ein Lapsus calami vorliegt oder nicht. Manche Unklarheiten und hier und da Unvollkommenheiten der Ausdrucksweise machen es dem Leser häufig sehr schwer dem Gedankengange des Autors zu folgen. Dass die vorliegende Stelle nicht die einzige ist und also sehr wohl Entschuldigungsgründe vorliegen, wenn Brücke nicht überall richtig verstanden sein sollte, dafür mögen aus vielen anderen folgende Citate als Beleg dienen: auf Seite 353, Zeile 10 von oben sind vermuthlich die Ausdrücke Aorta sinistra und Aorta dextra zu vertauschen, doch da dies gerade den streitigen Punkt einschliesst, ist der Leser begreiflicher Weise bedenklich, einen solchen Schritt zu thun. -- Auf Zeile 346, S. 10 heisst es: „während eben jene Klappen den Raum durch das Cavum venosum und arteriosum miteinander communiciren“. — Auf S. 349. Z 7: „Dafür scheint hier auch in einer früheren Phase die Kammersystole gesperrt (?) zu werden“. — u. s. w.

da die breiten, segelförmigen Zipfel, welche die ganze Tiefe der Scheidewand einnehmen, den Verschluss allein bewirken können. Es ist sehr wohl möglich, dass doch ein schwacher Vorsprung der Wand an dieser Stelle die Anlagerung der beiden rechts und links von dem Ende der Scheidewand befindlichen Membranen sichert, durch Trocknen aber undeutlich wird, eine eigentliche Klappe konnte jedoch bei Rana esculenta hier nicht nachgewiesen werden. Die grössere rechte Membran, an welcher die Spiralklappe hauptsächlich ihren Stützpunkt findet, dient zum Verschluss der Aortenabtheilung, die kleinere linke zu dem der Pulmonalabtheilung. Die Semilunarklappen der unteren Einmündungsstelle in den Ventrikel waren stets nur sehr schwach ausgebildet, doch werden dieselben von den verschiedenen Autoren in übereinstimmender Weise erwähnt, welche auch über die analogen Verhältnisse bei anderen Arten ausführliche Angaben gemacht haben.

Der von Brücke entdeckte segelförmige Vorsprung im Arcus Aortae wurde in derselben Weise beobachtet, wie dieser ihn beschreibt.

Bei sämmtlichen Amphibien, welche über den Batrachiern stehen, wächst, wie bereits angedeutet, die Scheidewand des Truncus in zwei Schenkeln nach vorn zu aus und bildet so durch Anheftung an die äussere Wandung einen besonderen Canal für die linke Aorta.

Diese ihrem Ursprunge wie dem Verlauf nach so merkwürdige linke Aorta ist das durchgreifendste Merkmal für sämmtliche beschuppten Amphibien, und wenn man durchaus im Circulationsapparat nach trennenden Momenten der genannten Gruppe von den nackten Amphibien sucht, der einzige stichhaltige Unterschied; ob er ausreichend ist, zwei besondere Klassen daraus zu bilden, ist freilich eine andere Frage.

Lässt man die linke Aorta im Crocodilherzen obliteriren, so entspricht der Apparat dem des Vogels, wie schon Owen angiebt[1]); bleibt sie in ihrem Ursprung unvollständig abgesondert oder gar nicht getrennt, so führt dies Verhalten durch die Batrachier zu den Fischen.

---

1) Owen, Comparative Anatomie, Tom. I, p. 512.

Durch die Rückbildung der Musculatur des Bulbus erhalten wir einen Truncus arteriosus, der keine selbständigen Contractionen mehr ausführt und also auch am oberen Ende keiner Klappen bedarf. Am Ursprung aus dem Ventrikel bleiben sie bestehen und stellen durchgängig zwei Semilunarklappen dar, welche symmetrisch durch das Lumen ihrer Gefässabtheilung gespannt sind.

Es ist hier nicht der Ort, auf Brücke's Theorie von der Selbsteuerung des Herzens näher einzugehen, und zwar um so weniger, als die namhaftesten Anatomen, wie Hyrtl[1]), Reichert, Henle die Unhaltbarkeit der Theorie in so schlagender Weise dargethan haben. Schreiber dieses braucht also seine eigene, unwichtige Stimme, obwohl er die Ueberzeugung der genannten Forscher vollständig theilt, hier nicht mit in die Wagschale zu legen, er konnte aber die Berührung der Frage nicht wohl übergehen, da ein hierbei wesentliches Moment anderweitig zu verwerthen ist. Auch bei den beschuppten Amphibien entspringt zuweilen eine der Coronararterien des Herzens aus der rechten Aorta nahe dem Ursprunge, und da die Semilunarklappen gross sind, so könnte ja in dem einen oder anderen Falle bei der Systole wohl eine Bedeckung eintreten.

Eine solche Annahme dürfte aber hier speciell unzulässig sein, da es nicht erwiesen ist, dass zwei quer durch das Lumen eines weiten Gefässes gespannte Klappen während des durchtretenden Blutstromes die Wandung berühren[2]). Soviel Herzen mit derartigen Einrichtungen Verfasser auch von den Venen aus injicirt hat (also durch den Ventrikel in den Truncus), so hat er doch niemals an den Präparaten auch nur eine Annäherung an die Wand bemerkt, während der Controlversuch beim menschlichen- oder Thier-Herzen mit

1) Hyrtl hat in seiner „Selbsteuerung des Herzens" so ausführliche Darstellungen über Verlauf und Ursprung der Kranzarterien gegeben, besonders auch mit Rücksicht auf die schiefe Durchbohrung hoch entspringender, dass nicht näher darauf eingegangen zu werden braucht.

2) Henle behauptet dies sogar von den dreitheiligen. Gefässlehre S. 78.

drei Semilunarklappen eine solche Stellung in grösserer oder geringerer Vollkommenheit als Regel zeigt. Prof. Brücke wird vermuthlich dieselbe Beobachtung gemacht haben, obwohl Nichts darüber in seinen Werken erwähnt zu sein scheint.

Wäre ein Klappenrand, der diametral durch ein weites Gefäss gespannt ist, dabei von solcher Nachgiebigkeit, dass er beim Durchtreten des Blutstromes der Wand sich anlegte, also an Länge der halben Peripherie des Lumens gleich würde, so dürfte ein solcher beim Zurückprallen des Stromes während der Diastole kaum hinreichenden Tonus haben, um das Abwärtsschlagen der Klappe zu verhindern.

Es wird desshalb, bis an frischen oder getrockneten Injectionspräparaten von Amphibienherzen das Anschlagen der Semilunarklappen an die Wandung demonstrirt ist, vom Verfasser an der Ueberzeugung festgehalten, dass diese sich unter dem Druck des Blutstromes überhaupt nur spaltförmig öffnen und nie das ganze Lumen des Gefässes freigeben. Eine Consequenz dieser Anschauung ist, dass der völlige Verschluss eines beim Crocodilherzen vorkommenden, halbmondförmigen Ausschnittes (Taf. XX. Fig. 2 F. P.) an der Basis der Scheidewand zwischen linker und rechter Aorta, des Foramen Panizzae, durch die Semilunarklappen niemals vollständig erfolgen kann, wenn auch zugegeben wird, dass der Austausch des Blutes durch dasselbe während der Diastole lebhafter sein muss.

Wenn im ersten Capitel dieser Arbeit gesagt wurde, die Trennung der Ventrikel bei den Crocodilen sei nur in gewissem Sinne vollständig, so geschah dies im Hinblick auf diese über die Semilunarklappen verlegte Communicationsöffnung beider Blutbahnen, welche bemerkenswerth erscheint als der deutlichste Beweis, dass eine völlige Sonderung des grossen und kleinen Kreislaufes bei keiner Abtheilung der Amphibien zulässig ist.

Diese eigenthümliche Oeffnung, welche zuerst von Hentz[1])

---

1) N. M. Hentz, Some observat. on the Anat. and Physiol. of the Alligator of North America. Transact. Americ. Philosoph. Society 1825, Vol. II, pag. 216.

dann von Panizza beschrieben[1]) und nach Letzterem benannt worden ist, wurde später von Bischoff, Vrolik und Brücke mit besonderer Wichtigkeit behandelt, welche in ihr die merkwürdigste Eigenthümlichkeit der Circulation dieser Thiere erkannten, indessen wird die Wirkung der Einrichtung im wesentlichen doch keine andere sein, als die einer unvollständigen Scheidewand des Ventrikels, wie sie allen übrigen Amphibien zukommt (Vergl. weiter unten).

Während Bischoff es in seiner Abbildung am uninjicirten Herzen durch Ausspannen einzelner Theile als eine leicht zugängliche Oeffnung darstellte, ging Duvernoy sogar so weit, zu behaupten, sie schlösse sich ganz bei vorgerücktem Alter; Vrolik gebührt somit das Verdienst, die Angaben auf das richtige Maass zurückgeführt und auf das Uncorrecte in der Bischoff'schen Figur aufmerksam gemacht zu haben.

Gestalt und Stellung der Semilunarklappen wird auch ohne genauere Beschreibung durch Vergleichung der Fig. 2 und Fig. 6 auf Taf. XX. verständlich werden. An dem Ausgange des Truncus arteriosus der Crocodile kommen zwei eigenthümlich gebildete Knorpelplättchen als Einlagerung der Wandung vor mit Fortsätzen, die Stützpunkte der Klappen abgeben; doch konnte sie Verfasser an den getrockneten Präparaten nicht genügend erkennen, verweist desshalb hinsichtlich derselben auf die minutiösen Beschreibungen Rathke's[2]), und wendet sich alsbald zur Besprechung des Ventrikels selbst.

Ventrikel.

Die mannigfachen zum Theil ganz unverständlichen, zum Theil sich widersprechenden Angaben einer langen Reihe von

1) Panizza. Sulla struttura del cuore e della circolazione del sangue del Crocodilus lucius Biblioteca Italiana LXX, 87.

Bischoff. Ueber den Bau des Krokodilherzens, besonders von Crocodilus lucius. Müller's Archiv 1836.

Vrolik. Sur le coeur du Caiman à museau de brochet (Crocodilus lucius). Het Instituut 1841, pag. 272 – 274.

Duvernoy. Note sur la structure du coeur des Crocodiliens (Journal de l'Institut 1838, pag. 233).

2) Entwickelung der Krokodile, S. 209.

Autoren über den Bau des ventricularen Abschnittes der Amphibienherzen, lassen sich unmöglich in eine zusammenhängende Darstellung bringen, es sind unter ihnen aber Viele, mit deren Angaben überhaupt wenig anzufangen ist. Unter den Uebrigen hat wiederum der grösste Theil nur einzelne, schätzenswerthe Beiträge zur Kenntniss dieser Organe gegeben, und es bleiben als diejenigen, welche die Basis einer verständlichen Beschreibung derselben geschaffen haben, hauptsächlich drei übrig: Mayer, Corti und Brücke.

Obgleich die Anschauung, welche Verfasser von dem anatomischen Verhalten der noch zu besprechenden Organe gewonnen hat, stark von der Brücke'schen abweicht, so wird hier auf's neue ausdrücklich betont, dass die grossen Verdienste des genannten Autors um die Aufhellung so manchen dunklen Punktes in diesen Fragen keineswegs verkannt werden. So soll hier der von ihm selbst angenommene Begriff des Ventrikels [1]), welcher eine Höhle mit Ostium venosum und Ostium arteriosum sein müsse, um den Namen zu verdienen, der Darstellung zu Grunde gelegt werden; doch wird zugleich der Versuch gemacht, mit Verwerfung des Brücke'schen Cavum venosum und Cavum arteriosum, von welchen das erstere 2 (resp. 3) arterielle Ostien, das letztere gar keins haben sollte, die Anlage wirklicher Ventrikel von den Crocodilen abwärts zu verfolgen bis zu den Batrachiern, wo die Gränzen völlig zu verschwimmen anfangen. Um den Beweis zu führen, dass in der That zu den beiden Hauptabschnitten des Ventrikels auch arterielle Ostien gehören, werden sich die Querdurchschnitte der Tafeln besonders vortheilhaft zeigen, auch findet der Verfasser an Mayer und zum Theil an Corti eine bedeutende Stütze für seine Behauptungen.

Betrachtet man den Querschnitt der Ventrikelbasis beim Säugethier, so ergiebt sich schon hier, dass der linke Ventrikel sein Ostium arteriosum bekanntlich nach rechts hinüber schiebt, so dass der Eingang zur Aorta hinter den Conus arteriosus der Pulmonalis zu liegen kommt.

1) a. a. O. S. 345, Anm 1.

Ein entsprechender Durchschnitt des Crocodilherzens zeigt ein ähnliches Verhalten, nur greift der Ursprung der rechten Aorta noch etwas mehr nach rechts herüber und zieht also bei dem der Pulmonalis vorbei. Die Fig. 2 der Taf. XX (Querschnitt durch den mittleren Theil der Atrien) ergiebt dem entsprechend den durchschnittenen Stamm der Pulmonalis links, den der rechten Aorta rechts gelagert, während Fig. 7 Taf. XIX (Querschnitt durch den dicksten Theil des Ventrikels) eine schräg von vorn links nach hinten rechts verlaufende Scheidewand erkennen lässt, welche besonders im obersten Theil eine so starke quere Drehung erleidet, dass man für diesen Abschnitt des Ventrikels mit grösserem Rechte von einer vorderen und hinteren, als von einer rechten und linken Abtheilung sprechen kann. Dass Brücke diese Verhältnisse unberücksichtigt liess und sich bei seinem Cavum arteriosum und Cavum venosum nicht von dem Rechts und Links frei machen konnte, ist der falsche Ausgangspunkt, welcher seine ganzen Darstellungen beeinflusst[1]).

Da beim Crocodilherzen die Abtrennung der beiden Ventrikel definitiv erfolgt ist, können die besprochenen Verhältnisse, soweit die Homologie der einzelnen Theile klar liegt, überhaupt nicht in Frage gestellt werden.

Geht man nun abwärts in der Vergleichung, so zeigt sich zunächst bei Psammosaurus griseus (Taf. XIX. Fig. 8), dann weiterhin bei den Schlangen (Taf. XIX. Fig. 10 und 11) und Schildkröten (Taf. XIX. Fig. 9) in schlagendster Weise dieselbe Anordnung eines schräg verlaufenden Trabekelsystemes[2]) und dieselbe Lagerung der Arterienursprünge. Weiterhin in der Familie der Eidechsen (Taf. XIX. Fig. 8—12) werden die Durchschnitte des Ventrikels weniger deutlich, aber die Gefässstämme

1) Nur an einer Stelle (a. a. O. S. 342) ist bei den Schlangen von einer Schrägtheilung des Ventrikels die Rede, doch werden hier die arteriellen Ostien ausdrücklich von dieser Theilung ausgeschlossen und die ganze Darstellung entspricht dem anatomischen Verhalten keineswegs.

2) Die homologen Systeme, welche hier in Frage kommen, sind stets mit x bezeichnet.

lagern noch genau in derselben Weise. Wem sollte bei Betrachtung so gleichartiger Anordnung nicht der Gedanke kommen, dass derselbe Plan der Organisation zu Grunde liegt, nur nicht überall gleich völlig ausgeführt ist! Dieser Gedanke ist denn auch von namhaften Autoren ausgesprochen worden, unter denen nur Allen Thompson[1]) genannt werden soll, welcher ausdrücklich bei der Beschreibung des Eidechsenherzens stets von einer vorderen, rechten und linken hinteren Abtheilung, zuweilen sogar direct von einer vorderen und hinteren Ventrikelhälfte spricht.

Um indessen die volle Berechtigung darzuthun, die Homologie der einzelnen Querschnitte festzuhalten, ist es nothwendig alsbald auch den Längsschnitt einer eingehenden Betrachtung zu unterwerfen, wobei auf Fig. 1 Taf. XIX. verwiesen wird. In dieser Figur, welche das Herz eines Python bivittatus darstellt, ist die ganze vordere Wand des Ventrikels abgetragen, und die innere Einrichtung frei gelegt. Was von den auf solchen Längsschnitten erscheinenden Höhlen zum rechten, was zum linken Ventrikel zu rechnen sei, darüber sind die Autoren wenig einig gewesen, und doch ist bei kritischer Würdigung der Thatsachen nur eine Entscheidung die allein mögliche.

Schon lange (unter anderen auch von Reichert) ist behauptet worden, dass der rechte Ventrikel eigentlich nur ein Anhang, eine seitliche Erweiterung des linken sei, und in neuerer Zeit hat Winkler[2]) durch genaue Untersuchungen über den Bau der Herzmusculatur bei Säugethieren einen positiven Beweis für diese Annahme beigebracht. In gleicher Weise zeigt sich das relative Verhältniss bei den Amphibien, obgleich es nicht immer mit derselben Klarheit klar zu Tage tritt; die Lagerung des rechten Ventrikels auf der vorderen Seite, ferner das Auftreten grösserer Hohlräume in demselben im Vergleich mit dem viel musculöseren linken, und endlich das Verkennen der Gränzen beider hat viele Autoren dazu geführt, bei der einen

1) Circulation of Reptiles in Cyclopaedie von Todd. Tom. I, S. 643.

2) Beiträge zur Kenntniss der Herzmusculatur. Archiv f. Anat. u. Physiol. S. 296 f. 1865.

oder anderen Art die Ausdehnung des rechten Ventrikels für die bedeutendere zu erklären.

Durch die ungleiche und mit dem Begriff ganz unvereinbare Vertheilung der Ostien wird das Missverhältniss noch frappanter gemacht, und auch dadurch ist die relative Grösse der rechten Kammer entstellt und übertrieben worden, dass seine Höhlungen wegen der schwächeren Wandungen bei der von den Venae cavae her direct in sie stattfindenden Injection über das Maass ausgedehnt sind. Dies gilt z. B. von der Abbildung des Herzens von Psammosaurus in der Brücke'schen Abhandlung[1]), wo alle Querdimensionen durchschnittlich zu gross erscheinen. Bei 7 Exemplaren dieses Thieres, welche vom Verfasser frisch untersucht und theilweise mit Talg oder farbigen Mischungen ausgespritzt wurden, war stets die Gesammtform des Herzens entsprechend der langgestreckten Körpergestalt eine wesentlich längliche; nie erschien, wie in der fraglichen Abbildung, bei der Ansicht von vorn der Stamm der rechten Aorta an seinem Ursprung so breit neben der linken, und es muss also dagegen protestirt werden, dass diese Abbildung ein richtiges Bild der relativen Lage und Grösse einzelner Theile abgiebt.

Die Hauptanlage des arteriellen Ventrikels (linke hintere Abtheilung) ist bei allen Amphibien in grösserer oder geringerer Ausdehnung von starken Trabekelsystemen durchsetzt, wofür die Fig. 1, Taf. XIX, ein gutes Beispiel abgiebt. Die Anordnung dieser Trabekeln ist bei den einzelnen Familien sehr verschieden, indem dieselben sich bald, wie im vorliegenden Falle zu quer gestellten Blättern sammeln, bald sich mehr untereinander verflechten, wie bei den Eidechsen, bald sich vollständig in ein schwammiges, mit unregelmässigen Höhlen durchsetztes Gewebe auflösen, wie bei Testudo und theilweise auch den Batrachiern. Stets findet sich an der Basis des Ventrikels eine gemeinsame Höhle, nach welcher hin die grösseren Alveolen der Trabekelsysteme münden, welche aber ausserdem stets auch untereinander communiciren. Die

1) a. a. O. Taf. XX. Fig. 7 u. 8.

relative Grösse dieser Höhle kann kein sehr wesentliches Moment für die Circulation sein, wie sich schon daraus ergiebt, dass zwei sehr nahe stehende Genera, Emys und Testudo, die grössten Unterschiede darin zeigen; denn bei Emys reduciren sich die Fleischbalken, so dass gegen 2 Drittel des Ventrikels frei werden, bei Testudo lässt das schwammige Gewebe nicht einmal den vierten Theil unbesetzt. Durchschnittlich ist etwas weniger als das oberste Drittel in einen Hohlraum verwandelt, sowie es ungefähr die Abbildung des Pythonherzens (Taf. XIX. Fig. 1) zeigt. Viel wichtiger aber als die Ausdehnung der Trabekelsysteme ist der besondere Zug, welchen dieselben nehmen.

Einmal ziehen dieselben, wie es die Figur sehr deutlich erkennen lässt, in gerader Richtung nach oben gegen die Scheidewand der Atrien hin, dann aber entwickelt sich aus der unteren Hälfte des Ventrikels ein Zug, der schräg nach hinten rechts aufsteigt, oben in den Hohlraum eintretend schnell in die Tiefe sinkt und sich in der hinteren rechten Wand des Ventrikels verliert. Verfolgt man mit dem Auge dieses System in seinem Verlauf nach oben, so wird man direct in die Einmündung der rechten Aorta geführt, es entspricht also in seinem oberen Theil einem Conus arteriosus des genannten Gefässes. Nach rechts zieht seine Begränzung zum Rande des Ventrikels in einem Bogen, welcher seine Concavität dem gleich zu beschreibenden Conus arteriosus der Pulmonalis zukehrt; das besprochene Trabekelsystem, dessen Verlauf besonders bei den grossen Schlangen gut zu studiren ist, aber auch bei Schildkröten (Emys concentrica) in ähnlicher Weise zur Anschauung kam, schliesst sich nach abwärts an die unvollständige Scheidewand der Ventrikel (in den Figuren stets mit y bezeichnet). Es war bei den Eidechsen noch nachweisbar, die geringe Ausdehnung der rechten vorderen Ventrikelhälfte macht aber den oberen Verlauf zu einem sehr kurzen und daher weniger deutlichen.

Die Intention der quergestellten Platten im Ophidierherzen (Vergl. ausser der Fig. 1, Taf. XIX auch Fig. 11, Taf. XIX) sich zu einer dichten Scheidewand zu schliessen, markirt sich nur durch das Auftreten einiger grösserer Lücken in der linken

oberen Ecke des Ventrikels, welche bei gleichmässiger Injection nur wenig in die Augen fallen; auch im Herzen der Eidechsen lassen sich derartige Lücken nachweisen, von besonderer Grösse sind sie bei Psammosaurus. Retzius sah in ihnen nur einen Anhang seines linken Ventrikels der Schlangen, Brücke macht daraus sein Cavum arteriosum, den Repräsentanten des ganzen linken Ventrikels ohne Ostium, der dann allerdings erbärmlich genug aussieht.

Was bleibt nun aber für den rechten Ventrikel, wenn sich der linke bis zur hinteren rechten Ecke des Ganzen ziehen soll? Antwort: Die vordere rechte Abtheilung, welche sich an der Bauchseite bis gegen die Mittellinie erstreckt, deren Conus arteriosus aber wie beim Crocodil vor dem analogen Theil des linken Ventrikels liegt.

Die Gestaltung dieses Kammerabschnittes ist keineswegs so complicirt, wie man nach dem Studium der Autoren voraussetzen sollte; die gegebenen Beschreibungen sind eben nicht zutreffend, meist wohl durch Täuschungen, welche die alleinige Untersuchung des Längsschnittes herbeigeführt hat. Die Betrachtung der mehrfach citirten Figur auf Taf. XIX zeigt einen nach unten rechts abwärts steigenden Canal und ein anderes canalartiges System von Lücken rechts oben, welches letztere gegen das zweite Drittel des Randes auszulaufen scheint; beide Canäle sind oben durch eine schräg nach links aufsteigende Leiste, die bekannte Muskelleiste der Autoren, so getrennt, dass man bei einigem guten Willen wohl eine obere und untere Zelle (Brücke, Corti) in den beiden Abtheilungen erkennen kann.

Eine derartige obere und untere Zelle ist in der That nicht vorhanden, wie jeder beliebige Querschnitt eines solchen Herzens mit absoluter Sicherheit darthut (Vergl. Fig. 11, Taf. XIX, sowie die analogen derselben Tafel) und alle auf diese Trennung basirten Theorien sind unhaltbar. Man erkennt an querdurchschnittenen Herzen einen gleichmässig von rechts unten nach oben und etwas nach links aufsteigenden Canal, welcher den Apex nicht ganz erreicht, entsprechend dem

allgemeinen Verhalten des rechten Ventrikels bei allen Wirbelthieren, nach oben aber auf der erwähnten, rinnenartigen Leiste sich direct zur Pulmonalis begiebt. Dieser Muskelstreifen, der den Canal nach hinten links begränzt, findet bei den Schlangen seine Ansatzpunkte, anfangend von der Gränze zwischen erstem und zweiten Drittel des Ventrikels, längs des ganzen rechten Randes, so zwar dass dieselben abwärts steigend beim Engerwerden des ganzen Canales nach vorn rücken; daher erklärt es sich, dass ein nahe der mittleren Frontalebene geführter Längsschnitt eine schräg verlaufende Gränze zwischen einer oberen und unteren Abtheilung zeigt.

Die Betrachtung der Ventrikelquerschnitte wird lehren, dass ein solcher Canal (Canalis pulmonalis ventriculi, p der Figuren) bei allen beschuppten Amphibien ohne Ausnahme nachweisbar ist, und selbst bei den Batrachiern lassen einige auffallende Lücken (Fig. 16, Taf. XIX) Andeutungen derselben Organisation erkennen. Die meisten der Abbildungen zeigen den Verlauf aufwärts zur Pulmonalis, Fig. 11 und 13, Taf. XIX. indessen giebt das Bild nach abwärts und beweist das gleichmässige Fortlaufen des Canals in dieser Richtung.

Die Weite ist sehr verschieden; doch kann man im allgemeinen sagen, dass die höher organisirten Amphibien ihn bedeutender entwickelt zeigen als niedriger stehende. So ist er geräumig bei vielen Schildkröten, Schlangen und Varanen; eng bei den Eidechsen, wo er aber ebenso genau den rechten Ventrikelrand einhält und zur Pulmonalis hinleitet wie bei den Schlangen. Die geringe Weite des Canales beweist, dass es ungerechtfertigt ist, für diese Thiere dem rechten Ventrikel eine grössere Ausdehnung einzuräumen, da der zum Ostium arteriosum desselben gehende venöse Blutstrom so schwach ist.

Hinter der Stelle, wo in Fig. 1, Taf. XIX. die Muskelleiste am oberen Ende verschwindet, wird ein halbmondförmiger Ausschnitt sichtbar, welcher die Einmündung des Atrium dextrum markirt, dessen Strom sich also direct gegen die Rückseite der Leiste wendet und in dem vorgebildeten Canal daran abwärts steigt.

Am rechten mehr zurücktretenden Rande der Muskelleiste

erscheinen oben die Ausläufer des bei Besprechung des linken Ventrikels erwähnten Trabekelsystemes und vervollständigen hier durch ihre zeitweise Anlagerung den Abschluss des Pulmonalcanales [1]) (Fleischpolster des rechten Ventrikels, Brücke [2]) Corti); es wird dadurch eine weitere Gränze dieser Kammerabtheilung kenntlich, und bezeichnet die Sonderung des sogenannten Spatium interventriculare der Autoren.

Da die Vorstellungen über die allgemeine Gestalt der Theile so unklar waren, so ist auch schwer festzustellen, was eigentlich Jeder sich bei dem erwähnten Namen gedacht hat. Mit grosser Ausführlichkeit, aber leider keineswegs der anatomischen Grundlage entsprechend, wurden von Cuvier [3]) im Herzen von Crocodilus niloticus drei Abtheilungen beschrieben, von welchen die linke dem linken Ventrikel, die beiden anderen dem rechten zukommen müssen, indem er die Scheidewand der beiden letzteren unvollständig fand. Owen [4]) beschreibt ebenfalls, ohne indessen anzugeben, wie weit er sich darin früheren Autoren anschliesst, eine Theilung in dem rechten Ventrikel, und bezeichnet den Abschnitt, welcher nach links und unten von der vorspringenden Leiste liegt, als Spatium interventriculare, den Eingang in die Pulmonalis und linke Aorta verlegt er in den anderen Abschnitt, den eigentlichen rechten Ventrikel, von welchem das Spatium nach dem genannten Autor nur eine Abkammerung darstellt.

Die zu Grunde liegende Anschauung ist durchaus richtig, mag man sich die Namen zurecht legen, wie man will; das heisst, es existirt ein Vorsprung in der rechten Kammer des Crocodilherzens, der zur Pulmonalis hinaufleitet, oben mit dem Septum ventriculorum verschmilzt und den links unten lagern-

---

1) Richard Owen beschreibt in einer kurzen, aber treffenden Bemerkung dies Verhältniss bei den Schlangen folgendermaassen: Half the ventricle is filled by a fasciculate decussating muscular structure, from which rises an incomplete septum, supporting that between the origins of the pulmonary artery and the left aorta.

Comparative Anatomy pag. 508.

2) Brücke: a. a. O. S. 345.

3) Cuvier, Lessons Vol. IV, pag. 221.

4) Owen, a. a. O. pag. 510.

den Theil des Ventrikels nur unvollkommen von dem oberen rechten trennt. Darin erkennt man durch Vergleichung mit den übrigen Amphibienherzen die unvollkommen mit dem Septum verwachsene Muskelleiste anderer Genera, den Conus arteriosus der Pulmonalis! Eine solche Verwachsung fand sich thatsächlich im Herzen eines Python sebae, wo die Anlage der Scheidewand mit der des Conus bis gegen die Basis des Ventrikels erfolgt war.

Auch die enge Verbindung der linken Aorta mit der Lungenarterie ist von Owen exact bezeichnet worden, welches Moment für die ganze Klasse von grösster Bedeutung ist. Denn auch bei den Herzen mit unvollständiger Trennung der Kammern ist die Anlagerung noch ebenso deutlich, so dass ein zur Pulmonalis aufsteigender Blutstrom leichter in die linke Aorta abweicht, als ein zur rechten aufsteigender, oder die linke Aorta stellt wenigstens ein völlig neutrales Gebiet zwischen den beiden andern arteriellen Ostien dar.

Es ist dies Verhältniss an den Querschnitten der Schlangen-, Schildkröten- und Eidechsen-Herzen deutlich genug und ein Zusammenwerfen der beiden Aortenmündungen in ein Spatium interventriculare, wie es Corti befürwortet, muss als unstatthaft bezeichnet werden. Corti bezeichnet nämlich mit jenem Namen den Raum, welcher durch die von der Pulmonalmündung schräg nach abwärts verlaufende Muskelleiste von der rechten Seite des Herzens abgegränzt wird. Das Spatium, welches im wesentlichen mit Brücke's oberer Zelle derselben Herzhöhle identisch zu sein scheint, wird also nach rechts und oben von der Muskelleiste verlegt und erhält beide Aortenostien, während Corti's linker Ventrikel ebenso wie Brücke's Cavum arteriosum darin ganz leer ausgehen. Corti's rechter Ventrikel soll durch die nach links unten von der Muskelleiste gelegene Höhlung (Owen's Spatium interventriculare des Crocodilherzens) repräsentirt werden und doch die Pulmonalöffnung enthalten; dies schliesst aber, wie der Verlauf des oben beschriebenen Pulmonalcanales lehrt, eine Unmöglichkeit ein.

Das Studium geeigneter Präparate von Schlangen, Eid-

echsen und vielen Schildkröten ergiebt Bahn und Richtung des aufsteigenden und absteigenden venösen Blutstromes mit hinlänglicher Klarheit, und damit ist auch die Begränzung des zum rechten Ventrikel gehörigen Gebietes gegeben, mögen die betreffenden Höhlen übermässig ausgedehnt sein oder nicht; von den unzweifelhaften Fällen kann man dann leicht sich bei denen mit sehr erweiterter Ventrikelhöhle (Emys) die ideelle Gränze des absteigenden Stromes construiren. Bei den letzterwähnten Herzen wird die Anlage der Ventrikelscheidewand oft nur auf einzelne quere Trabekeln reducirt, aber die sogenannte Muskelleiste ist auch hier gut entwickelt und der Querschnitt zeigte recht deutlich, dass sie in der That Nichts ist, als die Anlage des Conus arteriosus der Pulmonalis. Von seiner Insertionsstelle aus entwickelt sich der ähnliche nur kürzere Kegel für die rechte Aorta, dessen Begränzung nach innen mit der des Ostium venosum zusammenfällt und sich dann nach hinten rechts in die Wand des Ventrikels verliert, während der der Pulmonalis sich in ähnlicher Weise nach vorn herumzieht.

Denkt man sich nun die Gesammtheit der arteriellen Ostien, ohne ihre relative Lagerung zu verändern, etwas weiter nach rechts verschoben, indem die beschriebenen Anlagen der Coni ihnen in gleicher Weise folgen, so verschwindet die letzte Schwierigkeit, nämlich die Feststellung der Ventrikelgränze im oberen Drittel, wo eine Kreuzung des absteigenden venösen und aufsteigenden arteriellen Blutstromes stattfinden muss. Es rückt dann der Ursprung der rechten Aorta vor das rechte venöse Ostium, die Anlagen der Coni verschmelzen zum Theil mit der sich erhebenden Scheidewand und der früheren Kreuzung der beiden Blutströme entspricht nur noch eine sagittale Drehung der entstandenen, vollständigen Scheidewand. Man erhält so einen vorderen rechten Ventrikel mit Pulmonalis, linker Aorta und Spatium interventriculare (abgegränzt durch den nach links hinüber gezogenen, unvollständig verschmolzenen Conus arteriosus der Pulmonalis), in dem das Ostium venosum nach hinten und rechts gelagert ist, wie es thatsächlich im Herzen des Crocodiles erscheint. Der linke Ventrikel hat ebenfalls sein Ostium venosum und arteriosum, der verkürzte Conus des letz-

teren erinnert aber durch das Vorbeiziehen bei der Pulmonalis und die angegebene Drehung der Scheidewand im oberen Theil, dass das Ostium aorticum ursprünglich seine Lagerung neben und nicht vor dem Ostium venosum dextrum hatte.

Ist es nun, nachdem gewissermaassen zur Erleichterung des Verständnisses von der Natur selbst das Vorbild des Crocodilherzens gegeben worden ist, so unzulässig, sich da, wo die Vollendung der Scheidewand ausbleibt, diese ideell in derselben Weise zu ergänzen?

Die weitere Betrachtung wird noch einige andere Momente beibringen, welche der entwickelten Anschauung hülfreich zu Statten kommen, und es soll daher zunächst in der Beschreibung des anatomischen Verhaltens fortgefahren werden.

Ueber die feinsten Fäden der ventricularen Höhle lässt sich keine allgemein gültige Regel aufstellen; es scheint, als wenn diese gewissermassen die Uranlage von Theilen repräsentiren, welche auf einer niedrigen Stufe der Entwickelung stehen geblieben sind; man findet sie demgemäss besonders da am stärksten ausgebildet, wo verwandte Arten vollständigere Organe zeigen, also z. B. bei Emys irrigata, deren Ventrikel eine sehr geräumige Höhle hat, während andere Schildkröten ihn mit queren oder schwammigen Trabekelsystemen erfüllt zeigen, ferner bei Psammosaurus griseus, indessen die sich daran anschliessenden Crocodile an der Stelle der Fäden eine geschlossene Scheidewand haben; bei den Schlangen, deren linker Ventrikel reich an blättrigen Trabekelsystemen ist, scheinen sie wieder zu fehlen.

Diese feinen Trabekeln verflechten sich netzförmig, verschmelzen hier und da und ziehen sich scheinbar ohne bestimmte Anordnung durch die Hohlräume. Falsch ist die von einigen Autoren aufgestellte Behauptung, dass sie den Sehnenfäden an den Klappen höherer Wirbelthiere entsprächen, sie setzen sich, wie es schon Brücke[1]) sehr richtig betont, als Regel nicht mit den Klappen in Verbindung, sondern spannen sich nur quer unterhalb derselben aus, indem sie ihre Ansatzpunkte an

1) a. a. O. S. 336.

den Papillarmuskeln nehmen, aber keineswegs ausschliesslich an diesen.

Was die genannten Klappen selbst anlagt, so sind sie wie die übrigen Herztheile bei allen Familien der beschuppten Amphibien nach demselben Plane angelegt; d. h. überall findet sich jederseits eine grosse, membranöse Klappe, welche ausgeht von der Basis des Ventrikels, wo derselbe an die Scheidewand der Atrien stösst, eine nach aussen und unten gerichtete schiefe Ebene mit bogenförmig ausgeschnittenem Rande darstellend, deren vordere und hintere Zipfel sich an kurze, ebenso gerichtete Pupillarmuskeln heften. Indem die Ansätze und Wirkungslinien dieser Muskelzüge rechter und linker Seite stark divergiren, dürfte dadurch in den meisten Fällen ein Zusammenschlagen der beiderseitigen Klappen nach unten vollständig zur Unmöglichkeit werden.

Ein Prototyp der besprochenen Einrichtung, welches wegen der grossen Höhle leicht zu überblicken ist, findet man bei den Emydae (Emys irrigata); zugleich sind hier bei flachem, breitem Ventrikel beide segelartige Klappen so von einander entfernt, dass die Annäherung unter keinen Verhältnissen bedeutend werden kann.

Bei den Schlangen mit länglichem Ventrikel nähern sich die Ursprünge zwar mehr, doch bleibt die Richtung der Klappe und ihr freier Rand immer noch so divergirend (Vergl. Fig. 1, Taf. XIX), dass für den Unbefangenen auch hier die Unmöglichkeit einer im Moment der Diastole stattfindenden Berührung abwärts klar ist. Die mechanischen Einwirkungen einer Injection mit Talg von den Venen aus sind bei den Atrioventricular- ebenso wie bei den Semilunarklappen einer möglichst bedeutenden Entfernung der Ränder von der Oeffnung günstig, und doch zeigen die Präparate Nichts von einer gegenseitigen Annäherung abwärts, wie es Brücke als erwiesen annimmt; die Entfernung der Ansatzpunkte wird bei der queren Stellung derselben im Moment der Diastole so bedeutend, dass die gleichzeitige Verlängerung der kurzen Papillarmuskeln der ersteren Bewegung kaum mehr als das Gleichgewicht halten wird.

Bei den Eidechsen rücken die freien Ränder einander nä-

her, indem die Klappen mehr abwärts gerichtet sind, und die Membran keine so bedeutende Ausdehnung gewinnt, doch wirken auch hier die queren Ansatzpunkte einer Berührung stark entgegen und ausserdem ist dis Höhle bedeutend grösser, als dass die Klappen während der Diastole dieselbe in zwei Hälften theilen könnten.

Dasselbe gilt auch von den Varanen, wo nach Brücke[1]) bei Psammosaurus die geräumige (?) Höhle des Cavum venosum nur mittelst einer engen durch Sehnenfäden theilweise übersponnenen Oeffnung mit dem sehr kleinen Cavum arteriosum communiciren soll. Die geräumige Höhle in der betreffenden Abtheilung muss der durch Injection von der Cava übermässig erweiterte Canal des absteigenden venösen Stromes sein, und die ursprünglich zur Pulmonalis den Strom wieder aufwärts leitende Muskelleiste ist dadurch theils verstrichen, theils zum Ursprunge der rechten Aorta hinübergedrängt (Vergl. Taf. XIX. Fig. 8).

Wäre die relative Lage und Grösse der Theile, wie sie die Brücke'sche Abbildung zeigt, naturgemäss, so liesse sich eine Analogie der Organisation des in Rede stehenden Herzens mit dem Crocodilherzen schwer durchführen, während Brücke selbst die Aehnlichkeit[2]) betont und die hier gegebenen Querschnitte der Taf. XIX. eine gewiss sehr bemerkenswerthe Uebereinstimmung zeigen. Es spricht ein solches Verhalten an sich schon für die grössere Correctheit der letzteren, doch wird sich Jeder durch Controlversuche an dem betreffenden Object leicht selbst überzeugen, dass die Brücke'sche Figur entstellt ist.

Es schliesst gerade dieser Punkt den hauptsächlichsten Beobachtungsfehler ein, welchen sowohl der genannte Autor als auch Corti in gleicher Weise begangen haben, nämlich denjenigen, dass sie die natürliche Lage der Pulmonalismündung zur Muskelleiste (Conus pulmonalis) nicht richtig erkannt haben, wesshalb die Darstellung der Beziehung einzelner Theile zum Ganzen unhaltbar wird.

---

1) Brücke, a. a. O. Taf. XX. Fig. 8.
2) a. a. O. S. 349.

Wie schon oben kurz angedeutet, ist das Verhältniss stets so, dass die Muskelleiste, welche im oberen Theile einen rechten freien Rand hat, vorn links aber mit der Ventrikelwand verschmilzt, sich so um die hintere Peripherie der Pulmonalismündung legt, dass das Blut in der gebildeten Rinne nur vorn, rechts zu dem Gefäss gelangen kann, das heisst, es wird durch dieselbe der am rechten Herzrande aufsteigende Pulmonalcanal nach hinten links geschlossen. Das aus dem Ostium venosum dextrum herabkommende Blut findet seinen Weg zu dem Canal durch die Communicationen in der Tiefe gegen den Apex zu zwischen den durchbrochenen Ursprüngen der Muskelleiste, da das mit der Anlage des Conus arteriosus der rechten Aorta zusammenhängende Fleischpolster den Eingang um den rechten, hinteren Rand bei weitem unzugänglicher macht.

Eine Darstellung, wo die ganze Pulmonalisöffnung nach links von der Leiste liegt, wie Brücke's Fig. 8, Taf. XX, entspricht der Natur nicht, ebensowenig als wenn er im Text sagt bei der Systole steige Blut links von derselben zur Pulmonalis auf [1]).

Auf diesen Punkt, sowie auf die Wirkung der Atrioventricularklappen wird in dem folgenden Abschnitt noch einmal zurückzukommen sein, da dabei wesentlich functionelle Fragen zur Erwägung kommen.

Am ausgebildetsten erscheinen die genannten Klappen bei den Crocodilen und hier allein ist es gerechtfertigt, von zwei Zipfeln derselben zu sprechen; doch ist auch bei ihnen der innere, der Vorhofsscheidewand entsprechende bedeutend stärker und hält dieselbe Richtung nach abwärts mit leichter Drehung nach hinten ein. Am linken Ostium venosum sind beide Zipfel weniger an Grösse verschieden, als am rechten, wo der äussere eine etwa halb so lange Membran darstellt, welche den Verschluss durch den inneren nur vervollständigt (Taf. XX. Fig. 2).

In noch höherem Grade findet dies bei den übrigen Familien statt, wo unr ein wenig beweglicher, häutiger Saum an dem äusseren Umfang der spaltförmigen Oeffnung die Anlagerung

1) a. a. O. S. 349.

des grossen Segels am inneren Rande befördert; an getrockneten Präparaten verschwindet der Saum häufig bis zur Unkenntlichkeit. Verdickte Ränder oder Excrescenzen der unteren Seite vermehren bei manchen beschuppten Amphibien die Rigidität der Klappen, bei den nackten aber verlieren sie ihren membranösen Charakter fast ganz und werden durch dünne Trabekelsysteme der Basis ersetzt, welche bei der Systole mit zackigen Rändern in einander greifen; vorherrschend findet sich bei Rana ein vorderes und hinteres, welches mit der Scheidewand der Atrien durch einen Fortsatz in Verbindung zu stehen pflegt (Taf. XX. Fig. 16). Seitliche Vorsprünge des Ostium vervollständigen den Verschluss, der sich am schönsten an einem aufgeblasenen und so in Chromsäure erhärteten Herzen darstellte.

Der Vorhofsabschnitt.

Es scheint, dass im Ventrikel der Batrachier die Organe, welche das Zurücktreten des Blutes nach dem Vorhof zu verhindern sollen, schon desshalb einer grösseren Rigidität bedürfen, weil die Scheidewand der Vorhöfe nicht den Grad von Ausbildung erreicht, wie bei den beschuppten Amphibien und daher membranösen Klappen nur einen sehr geringen Halt gewähren könnte.

Die unvollkommene Entwicklung dieser trennenden Membran ist wohl der Grund, dass ihre Existenz lange gänzlich in Frage gestellt wurde. So haben Forscher wie Harvey, Cuvier und Andere den Vorhof bei Rana als einfach beschrieben, und Letzterer hat in diesem Moment auch den Hauptbeweggrund gefunden, zwei Klassen aus den Amphibien zu machen. Es ist seitdem zuerst von J. Davy, dann aber von einer Anzahl späterer Forscher das Vorkommen einer Scheidewand nachgewiesen und Cuvier's Angabe schlichtweg als Irrthum bezeichnet worden, obgleich man wohl annehmen durfte, dass ein Mann wie Cuvier sich in einem so wichtigen Punkte durch sorgfältige Untersuchung seine Ansicht gebildet haben würde.

Der auffallende Widerspruch erklärt sich einfach dadurch, dass man sehr häufig die Scheidewand der Vorhöfe bei Rana auf einer so niedrigen Stufe der Entwickelung vorfindet, dass man das Atrium fast mit demselben Rechte ein ungetheiltes nennen könnte, während sie in anderen Fällen eine derbe Membran darstellt, welche nicht wohl übersehen werden kann.

Als Schreiber Dieses im Frühjahre 1860 unter Leitung seines theueren Lehrers, des Hrn. Prof. Helmholtz, die Untersuchungen bei dem Genus Rana machte, kamen zufällig (im Zusammenhang mit der Jahreszeit?) eine ganze Reihe von Exemplaren zur Verwendung, welche eine so schwach ausgebildete Scheidewand zeigten, dass diese in den Präparaten nicht mehr nachweisbar war (Vergl. Taf. XX. Fig. 7 u. 8). Da dieses Verhalten Misstrauen in die Methode der Talginjection hervorrief, wurde auf verschiedene andere Weise versucht, die Membran zur Anschauung zu bringen, sei es durch frisches Präpariren, einfaches Aufblasen und Trocknen, Erhärten in Chromsäure, Injection mässig erwärmter Leimmassen und einfache Wasserinjection, doch stets war der Erfolg derselbe. Hr. Prof. Helmholtz hat sich damals ebenfalls von der Unvollständigkeit der Scheidewand überzeugt.

Die zur Darstellung der Präparate benutzten Objecte waren mässig kräftige Exemplare von Rana temporaria und R. esculenta; bei denjenigen Individuen, welche die niedrigste Entwickelung zeigten, erschien der Vorhof am getrockneten Präparat absolut einfach, und die gegen das Licht im übrigen gleichmässig durchscheinende Wand liess nur an einer umschriebenen Stelle links unterhalb der Venenmündung wegen grösserer Dichtigkeit die Möglichkeit der Annahme zu, es sei etwas an dieselbe angetrocknet. In solchen Fällen kann die Scheidewand höchstens eine ganz flache, unvollständig getrennte Falte oder Tasche an der unteren linken Seite des Vorhofes darstellen, welche an besser entwickelten sich allmählig durch Anheftung der oberen starken Trabekelsysteme des Atrium mehr nach aufwärts erstreckt, nach unten aber noch stets in offenem, freiem Bogen über die Atrioventricularöffnung hinweg zieht. Nur da, wo die Scheidewand voll und kräftig entwickelt ist, wie bei

sehr grossen Exemplaren von Rana esculenta (Vergl. Taf. XX. Fig. 9 u. 10) verliert die linke Abtheilung den Charakter eines seitlichen Anhanges [1]), die Scheidewand richtet sich auf, so dass sie theilweise die Venenmündung nach oben zu überragt, während der untere freie Rand nahe an das Ostium atrioventriculare heranrückt. Hier verbindet er sich wie oben erwähnt, zuweilen mit den musculösen Klappen des Ventrikels durch einen Fortsatz; in solchen Fällen ist der Gehalt der linken Abtheilung nur wenig geringer, als der der rechten, doch erinnern zuweilen noch quer durch das Lumen gespannte Fäden an den ursächlichen Zusammenhang des ausgebildeten Septum mit den Trabekeln der äusseren Wand. Das Fortbestehen solcher feinster Fäden im Präparat, die nachweisbaren Uebergänge aus einer Gestalt in die andre, lassen den Verdacht nicht zu, dass die Unterschiede lediglich auf die Präparation zurückzuführen seien, um so weniger, als es sich hier nicht sowohl um relative Ausdehnung der beiden Hohlräume sondern um abweichende Ansatzpunkte der Scheidewand handelt.

Es zeigt das Verhalten dieses Organes in derselben Weise wie das analoge der Spiralklappe, dass wir uns in der Familie der Batrachier an den Gränzen der grossen Klasse befinden, wo die typischen Unterschiede zwar noch vorhanden sind, aber in ihren Umrissen so unsicher werden, dass die Gestaltung ohne Schwierigkeit in die niedriger stehenden Klassen übergeführt werden kann.

Während so die Scheidewand der Vorhöfe bei Rana anfängt zu verschwinden, die des Bulbus aber sehr ausgeprägt ist, kehrt sich das Verhältniss bei Salamandra um, indem hier der Bulbus sehr unvollständig getheilt erscheint, die Vorhöfe dagegen zwei streng geschiedene Höhlen darstellen (Taf. XIX. Fig. 5 u. 6). Auch bei den übrigen Urodelen mit Einschluss der Perennibranchiaten ist die Scheidewand nachgewiesen, doch wird sie hier bei einigen Arten ebenfalls unvollständig, wie es

1) Es ist dies verschiedene Verhalten der Scheidewand bei Rana gewissermassen eine Illustration zur Geschichte der Entstehung des linken Vorhofs überhaupt, welcher auch von anderen Autoren als eine Erweiterung, ein Anhang des rechten erkannt worden ist

Hyrtl von Hypochthon Laurentii beschrieben hat, bei welchem Thier ihre untere bogenförmige Begränzung nicht bis zur Atrioventricularöffnung herabreicht[1]).

Bei den beschuppten Amphibien ist sie überall vorhanden, und in regelmässiger Weise entwickelt, indem sie überall den Vorhofsabschnitt in zwei Höhlen scheidet, von denen die linke durch ihre geringere Ausdehnung und Lage meist eine der rechten untergeordnete Stellung angewiesen erhält. In dem hinteren, oberen Abschnitt schiebt sich der rechte Vorhof über den linken hinüber, was besonders bei den Schildkröten deutlich ist, während bei den Eidechsen die Höhle sich nach oben zu der im ersten Kapitel beschriebenen vorderen Ausstülpung (Taf. XVII. Fig. 3, Taf. XVIII. Fig. 5 u. 6 a) verlängert. Bei anderen Amphibien steht die Scheidewand, wie die Querschnitte (Taf. XX. Fig. 1—6) zeigen, in ihrem Hauptabschnitt wesentlich gerade, so besonders bei Crocodilen und Schlangen, doch wölbt sich auch dann der hintere Theil über die Einmündung der Lungenvenen hinweg, so dass starke Ausdehnung des rechten Vorhofes, bei relativ geringer des linken, die Absperrung der Lungenvenen durch die auflagernde Scheidewand verursachen kann; es wird dies Moment dadurch unterstützt, dass die genannten Gefässe kurz vor ihrer Einmündung in den Ventrikel stets einen mehr oder weniger queren Verlauf von rechts nach links annehmen und so in schräger Richtung hinter der Scheidewand einmünden. Das beschriebene Verhalten zeigen sie auch bei Rana, wo im Falle die Scheidewand unvollständig ist, die gleich zu beschreibende Klappe der anderen Venen die Mündung an trockenen Präparaten durch ihre Rückseite zu verdecken pflegt.

Abgesehen von dieser unter Umständen die Pulmonal-Mündung sperrenden Verlagerung derselben, ist sie bei allen Amphibien klappenlos. Meist vereinigen sich die Lungenvenen in grösserer oder geringerer Entfernung von der Einmündungsstelle zu einem gemeinsamen Stamm. Sehr verkürzt ist dieser bei den

1) Berichtigungen über den Bau des Gefässsystemes von Hypochthon Laur. Medizin. Jahrb. d. österr. Staat. 1844. S. 258.

Schildkröten, wo er nicht mehr deutlich erkennbar ist; auch bei den Crocodilen ist nur der unmittelbar vor dem Vorhof liegende Theil gemeinsam (Taf. XVII. Fig. 2), bei den Eidechsen und Schlangen erreicht er ebenso wie unter den Batrachiern eine bedeutende Länge, nur bei den Anuren ist der Stamm wieder ziemlich verkürzt, obgleich er immer noch kenntlich ist.

Die Einmündung der Körpervenen in den rechten Vorhof liegt derjenigen der Lungenvenen benachbart, häufig nur durch die Scheidewand davon getrennt und ist stets charakterisirt durch eine stark ausgebildete Klappe, welche der Valvula Eustachii höherer Wirbelthiere entspricht. Als Grundtypus treten zwei segelförmige, quer gestellte Membranen auf, welche nach links hin sich der Vorhofscheidewand anheften, nach rechts durch ein oder zwei starke Trabekelzüge in die Musculi pectinati des Vorhofs übergehen. In den niedrigsten Formen wie bei den Fröschen mit unvollständig getrenntem Atrium herrscht die obere Klappe sehr bedeutend vor und die Einmündung der Lungenvenen versteckt sich hinter dem linken, oberen Rande (Taf. XX. Fig. 8); an vollkommener ausgebildeten Fröschen ist die untere Klappe auch kenntlich (Taf. XX. Fig. 10), doch erreicht sie die obere weder an Grösse noch Beweglichkeit. Dasselbe Verhalten findet sich bei Salamandern (Taf. XIX. Fig. 6), während bei den übrigen Familien der Amphibien die beiden Segel sich mehr das Gleichgewicht zu halten pflegen.

Die ursprünglich quere Richtung der Spalte zwischen denselben stellt sich meist schräg, indem der rechte Anheftungspunkt etwas höher zu liegen kommt, als der linke (Vergl. Taf. XX. Fig. 1. 3. 5. 6) und die Oeffnung daher nach links unten sieht; am auffallendsten wird die Schrägstellung bei den langgestreckten Schlangen (Taf. XX. Fig. 4), wo die quere Richtung durch die Erhebung des äusseren Winkels anfängt undeutlich zu werden.

Die Figuren lassen erkennen, dass die Präparation die äussere Gestalt der Klappe nicht wesentlich verändert hat, und häufig ist die Entfernung der Ränder noch eine so geringe, dass der völlige Verschluss der Mündung während der Systole allerdings möglich erscheint (z. B. Fig. 1. 3. 5 auf Taf. XX). Ob

dies in allen Fällen (z. B. Fig. 6 derselben Tafel) anzunehmen ist, lässt sich an getrockneten Präparaten nicht mit Sicherheit entscheiden, jedenfalls ist die Entwicklung stets so bedeutend, dass die Klappe eine sehr beträchtliche Verengerung des Lumens während der Vorhofscontraction herbeiführen muss.

Die grösste Oeffnung wurde bei Makroclemys Temminckii beobachtet (Fig. 6), doch gerade hier fand sich auch eine doppelte Anheftung der äusseren rechten Enden der Segel an quere Musculi pectinati, welche bei der Systole durch energische Verkürzung leicht beide Zipfel zur Anlagerung bringen und dadurch sehr schnell das Lumen wieder auf ein Minimum reduciren dürften. Hier erreicht der innere Winkel im Zusammenhang mit der sehr verbreiterten Gestalt des Herzens auch nicht die Scheidewand, wie es sonst als Regel der Fall zu sein pflegt.

Der ganze Raum, welchen die Valvula Eustachii der Quere nach durchmisst, bis zum Septum atriorum mit dem Ostium venosum ventriculi nach unten, lässt sich bei vielen Amphibien mit grosser Schärfe von dem übrigen Theile des Vorhofes abgränzen, wie sich in ähnlicher Weise der Abschnitt des linken, welcher oben die Mündung der Lungenvenen, unten ebenfalls das Ostium venosum enthält, von dem Rest desselben Vorhofes unterscheidet.

Am deutlichsten sind diese Verhältnisse bei den Crocodilen (Vergl. Taf. XX. Fig. 1 u. 2), wo man an gut injicirten Exemplaren im Durchschnitt unzweifelhaft erkennt, dass es nicht richtig ist, wenn Rathke von diesen Organen sagt (Entwickel. d. Crocod. S. 206), „die Musculi pectinati geben der ganzen inneren Fläche der Vorkammern mit Ausnahme der Scheidewand derselben ein ähnliches Aussehen, wie es bei den Säugethieren die Herzohren darbieten.“ Man sieht an Fig. 2 den mittleren Raum wesentlich glatt und bemerkt, dass entsprechend der ausserhalb an der hinteren Seite befindlichen Einschnürung sich eine quere Erhebung durch den Boden der Vorkammer zieht, von welcher nach innen zu der Raum sich zum Ostium venosum ventriculi vertieft, während er nach aussen in das von den Musculi pectinati gebildete Höhlensystem führt. Die glatte, häutige Beschaffenheit der Wände, die centrale Lage

sowie der Umstand, dass sämmtliche venöse Ostien darin münden, nöthigt dazu in diesem Theile das Homologon des eigentlichen Atriums, des unteren venösen Endes des einfachen embryonalen Herzschlauches zu sehen, an dem die Herzohren später als seitliche Auswüchse entstehen. Da diese sehr stark wuchern und durch ihre musculöse Beschaffenheit mehr auftragen, als das fast ganz häutige Mittelstück, so ist es nicht zu verwundern, dass das letztere zeitweise zwischen ihnen zu verschwinden scheint. So lange aber die Mündungen der Venen ihre Stelle behalten, markiren sie auch das Fortbestehen ihrer centralen Vereinigungsstelle, und so lange wird man trotz ihrer mächtigen Entwickelung die Herzohren als seitliche Anhänge daran zu bezeichnen haben.

So ist es auch von Bischoff festgehalten worden, gegen den sich Rathke[1]) unnöthiger Weise wegen dieser Angabe auflehnt, wenn auch zugegeben werden muss, dass Bischoff's Abbildung eines uninjicirten Herzens keine klare Anschauung der Verhältnisse giebt. Der Letztere spricht in seiner Beschreibung dieser Organe von Alligator lucius[2]) von einer Vorkammer mit ihrem Herzrohr, gebraucht aber an dieser Stelle wenigstens nirgends den Ausdruck „Sinus der Vorkammer“.

Ein solcher Ausdruck, welcher Bischoff von Rathke vindicirt wird, findet sich öfters in den Autoren, doch dürfte derselbe wohl besser zu vermeiden sein, da er wegen des benachbarten Sinus venosus communis leicht zu Missverständnissen führt, und überhaupt überflüssig ist. Betrachtet man den mittleren Theil, die Uranlage der Vorkammern als Atrium, und die späteren seitlichen Anhänge als Auriculae, so ist Nichts mehr für den Sinus Atrii übrig und man kann den Ausdruck ohne Nachtheil fallen lassen.

Bischoff scheint an der citirten Stelle diesem Plane gefolgt zu sein, und Hyrtl spricht in seiner Monographie des Cryptobranchus[3]) bei der Besprechung verwandter Thiere ebenfalls stets von Atrium und Auricula in dem oben angegebenen

---

1) R. a. a. O. S. 205.

2) Bischoff, Müller's Archiv 1836, S. 4.

3) Hyrtl, a. a. O. §. 57.

Sinne, wesshalb Verfasser sich gewiss nicht zu scheuen braucht, hier diese Art der Bezeichnung zu adoptiren. Glaubt man indessen, dass dadurch dem centralen Theil eine zu grosse Selbstständigkeit zugesprochen wird, so sollte man wenigstens statt Sinus Atrii: Pars sinuosa Atrii setzen.

Die bei anderer Benennung mögliche Verwirrung wird besonders durch die Vergleichung der englischen und französischen Autoren bemerkbar, bei denen die Ausdrücke „auricle“ und „oreillette“ den des „Atrium“ ganz verdrängt zu haben scheinen. Wird eine Unterscheidung von eigentlicher Vorkammer und Herzohr nöthig, wie z. B. bei den Crocodilen Owen[1]) einer solchen mit Recht zu bedürfen glaubt, so hilft man sich dasjenige „Appendix of the auricle“ zu nennen, was in der That die Auricula selbst ist, während man andererseits wiederum den Sinus venosus sogar „Auricular Sinus“ nennt und so auch hier der Verwechselung mit Sinus Atrii die Thür öffnet.

Die Anlagerung der Sinus venosi auf der hinteren Seite und die des Truncus arteriosus auf der vorderen verdeckt die Trennung beider Abtheilungen bei den meisten Amphibien so vollständig, dass man die Gränze äusserlich nicht sicher feststellen kann; selbst bei den Crocodilen, wo hinten wenigstens eine tiefe Furche (Vergl. Taf. XVII. Fig. 2) die Trennung markirt, sieht man vorn (Fig. 1) in der That nur die Auriculae, doch lehrt der Durchschnitt auch die vordere Gränze (Taf. XX. Fig. 2).

Entsprechende Durchschnitte der Vorhöfe (Taf. XX. Fig. 4 und 5) bei Eidechsen und Schlangen lassen das beschriebene Verhalten der beiden Abschnitte in derselben Weise erkennen wie bei den Crocodilen, wenn es auch nicht so scharf markirt ist. Bei den Schildkröten mit den in die Breite gezogenen Atrien verschwimmen die Gränzen etwas (Taf. XX. Fig. 3) besonders im oberen Theile der Atrien, im unteren hinteren Abschnitt sind sie noch festzustellen. Bei den Batrachiern, wo die Vorhöfe anfangen zu verschmelzen, ist auch die Auricula nicht mehr ausgeprägt und markirt sich nur durch die stärkere

1) Owen, Comparat. Anatomy. Vol. I, pag. 510, 504.

Ausbildung der M. pectinati im vorderen seitlichen Theil der Vorhöfe (Taf. XX. Fig. 9). Mit Recht vergleicht aber Hyrtl da, wo wieder gelappte Anhänge derselben vorkommen, wie bei Amphiuma, Menobranchus und Siren, diese mit den Herzohren höherer Wirbelthiere und bezeichnet sie als Appendix des eigentlichen Atrium.

Sinus venosi.

Unterscheidet man an der Vorkammer nur eigentliches Atrium und Auricula, so bleibt beim Herzen der Ausdruck Sinus lediglich den bereits im ersten Kapitel beschriebenen centralen Venenerweiterungen. Ueber den inneren Bau dieser Theile ist wenig zu sagen, da sie einfache häutige Säcke darstellen, welche bei manchen Species (z. B. Rana) auch contractile Elemente enthalten können.

Abweichende Angaben darüber finden sich nur insofern, als manche Autoren der rechten und linken Erweiterung besondere Einmündungen in das Atrium vindiciren wollen, und in diesen Fällen also von einem Sinus venosus communis nicht gesprochen werden könnte.

Bei allen Amphibienherzen, welche Verfasser auf die Formation dieser Theile zu untersuchen Gelegenheit hatte, waren dieselben wesentlich gleich gebildet; als Regel fand sich, mochte äusserlich eine deutliche Trennung zwischen rechts und links vorhanden sein oder nicht, im Innern eine senkrecht zur Axe des Sinus verlaufende Falte, welche eine unvollkommene Trennung bewirkte und mit concavem Rande gegen die Vorhofsmündung hinlief.

Die letztere ist stets einfach und die bereits beschriebene Valvula Eustachii derselben zeigt keine Andeutung irgend welcher Sonderung in zwei Abtheilungen; mag also auch die Falte zwischen den Sinus je nach der Species oder wohl auch je nach der Art der Präparation nahe an die Oeffnung heranrücken, so muss doch festgehalten werden, dass die Mündung eine gemeinsame ist Ob man dann den Raum unmittelbar an der Klappe noch mit einem besonderen Namen als S. venosus communis belegen will oder nicht, ist für die allgemeine An-

schauung ziemlich gleichgültig. In vielen Fällen (Vgl. Taf. XX. Fig. 6, Makroclemys) ist die Falte so unbedeutend im Vergleich zu der allgemeinen Höhle des Sinus, dass kein Zweifel darüber obwalten kann, dass die letztere den Venen gemeinschaftlich ist.

Während bei den beschuppten Amphibien die linke obere Hohlvene eine gewisse Selbständigkeit gegenüber der rechten mit der Cava inferior verschmelzenden bewahrt, gestaltet sich bei den Batrachiern das Verhältniss dadurch anders, dass die oberen Hohlvenen mit einander in engere Verbindung treten und sich zusammen von dem Sinus der unteren durch eine quere Furche abheben, welcher im Innern eine ebenso gerichtete Falte entspricht; auch hier ist die Trennung nur eine sehr unvollkommene und die Existenz eines Sinus communis nicht zweifelhaft. In allen Fällen zeigt derselbe seiner ganzen Gestaltung nach eine engere Zusammengehörigkeit mit den Venen, als mit dem Atrium, wesshalb die Bezeichnung Sinus auriculae (Owen) selbst abgesehen von der besprochenen Zweideutigkeit ungeeignet erscheint.

Einen interessanten Verlauf in Rücksicht auf diese Theile zeigt die Vena coronaria cordis, welche meist an den Praeparaten viel mehr in die Augen springt, als die Herzarterien, und mehr oder weniger isolirt direct in die Sinus venosus einzumünden pflegt (Vergl. v. co. der Figuren). Meist nimmt sie ihren Zug nach dem Sinus der Vena cava inferior oder Sinus communis (Taf. XVII. Fig. 2, XVIII. Fig. 2. 6) seltener in die Erweiterung der linken oberen Hohlvene (Taf. XVIII. Fig. 8); doch liegt auch dann die Mündung der Stelle, wo beide Erweiterungen verschmelzen, stets sehr nahe.

Diese grosse Vene verbindet sich häufig, wie schon im ersten Kapitel angegeben wurde, durch die pericardiale Falte, welche die Herzspitze befestigt, mit benachbarten Venenstämmen. Es wird so gewissermassen der Uebergang gebildet zu den Perennibranchiaten, wo sie noch bei Arten vorkommt, denen eine Arteria coronaria nach Hyrtl's sorgfältigen Untersuchungen fehlt. Bei Cryptobranchus und Menopoma z. B. geht nach Angabe des genannten Autors die Herzvene, nachdem sie in zwei

Aesten das Blut des Bulbus und Ventrikels gesammelt hat, in die Vena innominata über, wo diese unter dem Apex vorbei zum Sinus communis zieht[1]); hier ist ihr Verlauf längs des Ventrikels also ein umgekehrter wie bei den beschuppten Amphibien, wo sie an der Rückenfläche aufsteigt. Hyrtl sieht sich daher veranlasst, auch die pericardiale Falte von bindegewebiger, nicht fibröser Natur, welche das Gefäss umgiebt, wegen dieser Beschaffenheit für eine Bildung zu erklären, die mit dem oben beschriebenen Ligament der Spitze keineswegs homolog sei. Das Fehlen fibröser Elemente in einem bindegewebigen Organ wäre für sich allein wohl kaum ausreichend, es von einem im Uebrigen gleichgebildeten zweiten zu trennen, doch giebt dieser histologische Unterschied immerhin einen Anhalt, um im Hinblick auf die gleichzeitige abweichende Lage und Verlauf der Vene durch das Ligament, Hyrtl's Ansicht darüber für gerechtfertigt zu halten. Es lässt sich aber nicht leugnen, dass die Erweiterung der Gefässcommunicationen nach abwärts, wie sie bei höheren Amphibien vorkommen, und andererseits Abwärtsrücken der Falte bei gleichzeitiger Verstärkung der bindegewebigen Grundlage Uebergänge schaffen muss, wo die Trennung beider Bildungen nur schwer durchzuführen sein dürfte. Die übrigen Autoren ausser Hyrtl haben daher, wie bereits oben angedeutet, auch für die Salamandrinen und Perennibranchiaten die erwähnte Falte des Pericard mit dem Spitzenligament zusammengeworfen.

Bei Amphiuma wie bei den übrigen Batrachiern findet sich nur eine Vene, welche das Blut aus dem Bulbus arteriosus zur Vena innominata dextra zurückführt, deren genaueres Verhalten in den oben citirten Schriften Hyrtl's nachzusehen ist.

Schliesslich sei es gestattet, die Fragen aufzuwerfen: Wie sind denn eigentlich diese mächtigen Sinus venosi entstanden und was wird aus ihnen bei höheren Wirbelthieren? Beide

1) Ueber gefässlose Herzen. Sitzungsber. d. kais. Acad., Bd. 33, 1859, S. 572.

Monographie d. Cryptobranchus. Taf. XII. §. 59 und 61.

Ueber die sogenannte Herzvene der Batrachier. Sitzungsber. d. kais. Acad., 1864, 50. Bd., S. 42.

Fragen sind wohl nicht mit Sicherheit zu beantworten, doch lässt sich soviel behaupten, dass die Sinus Reste embryonaler Zustände darstellen. Die Erweiterungen der oberen Hohlvenen würden Resten der früheren Ductus Cuvieri entsprechen, während der Sinus venosus communis und die Erweiterung der unteren Hohlvene durch Verschmelzen der centralen Enden der Vena omphalomesaraica und der Nabelvenen entstanden zu denken wären. Für diese Anschauung spricht besonders das eigenthümliche Verhalten der Sinus bei Menopoma, wie es Mayer[1]) angegeben hat; er bildet nämlich den Sinus venosus des genannten Thieres als in der Mitte gespalten ab und es entsteht so eine Figur, welche mit der entsprechenden eines Schlangenembryo in der Rathke'schen Abhandlung[2]) eine merkwürdige Aehnlichkeit zeigt. Es ist wohl nicht unwahrscheinlich anzunehmen, dass bei der Rückbildung der foetalen Venen in ihrer peripherischen Ausbreitung diese von der Stelle ab, wo die bleibenden Gefässe in sie einmünden, durch den beständigen Blutstrom am weiteren Obliteriren gehindert werden und so die beschriebenen sackartigen Anhänge entstehen.

Der Grad der Rückbildung ist je nach der verschiedenen Anlage bei der betreffenden Thiergattung verschieden, und es früge sich nur, warum die höheren Wirbelthiere gar Nichts davon zeigen. Dass indessen auch bei diesen ein völliges Verschwinden keineswegs sicher ist, lehrt folgende Betrachtung:

Bei sämmtlichen Amphibien, welche eine typische (aufsteigende) Vena coronaria cordis haben, findet die Einmündung derselben in die Sinus venosi statt, bei den übrigen in die Hohlvene; es scheint also, dass die Verbindung der Herzvene mit den übrigen Körpervenen vor der Einmündung in das Atrium, eine Regel von allgemeinerer Gültigkeit ist. Bei höheren Wirbelthieren und beim Menschen sehen wir nun die Vena coronaria zur Mündung der Cava inferior herüberziehen und mit ihr zusammen ausmünden, ohne eine trennende Gränze zwischen sich zu haben, während nach dem Atrium hin die Valvula Eustachii in ihrer Verbindung mit der Valvula The-

1) Analekten der vergleichenden Anatomie. Heft I. Taf. VII.
2) Entwicklung der Natter. Taf. IV. Fig. 7.

besii beide in stärkerem oder schwächerem Grade abkammert. Es ist also wohl nicht unlogisch, in dem Raum hinter den genannten Klappen das Rudiment der Sinus venosi zu sehen, welche bei ihrer Rückbildung in die Vorkammer hineingezogen wurden und äusserlich wenigstens keine deutliche Gränze mehr erkennen lassen.

IV.

Function.

Nachdem in den vorhergehenden Kapiteln der anatomische Bau des Herzens bei den Amphibien einer genaueren Betrachtung unterbreitet worden ist, wird es nicht schwer fallen, ein allgemeines, übersichtliches Bild von dem Gange der Circulation bei diesen Thieren sowie von den etwa vorhandenen Unterschieden zwischen den einzelnen Familien zu entwerfen.

Der Grundgedanke des ganzen Planes: Existenz eines Körper- und eines gesonderten kleinen Kreislaufes durch die Lungen, aber verschieden starke Vermischung des Blutes beider ist schon im Eingange ausgesprochen worden; es handelt sich also darum zu sehen, wie dies im besonderen Falle zu Stande kommt und wie es sich gelegentlich modificirt.

Um mit den vollkommensten, den Crocodilen, zu beginnen, so haben wir hier ein Herz, dessen Bau von dem höherer Wirbelthiere nur wenig abweicht, indem die Scheidewand der Herzkammer vollständig ist und jede ihre besondere Vorkammer besitzt. Diese Trennung beider Bahnen, welche eine centrale Vermischung der Blutarten unmöglich machen würde, ist aber theilweise wieder aufgehoben durch die in den Truncus arteriosus hineinverlegte Communication, das Foramen Panizzae. Es wird sich also gerade um die Function dieser Oeffnung handeln und die Autoren haben mit Recht ein grosses Gewicht darauf gelegt.

Wie bereits oben angeführt, dürfte ein völliger Verschluss der Communication wegen der für Berührung der Gefässwand unzureichenden Ausgiebigkeit der Klappen niemals stattfinden;

doch ist eine solche Annahme auch in keiner Weise Bedürfniss und ändert in den wesentlichen Anschauungen Nichts. Der Hauptverkehr durch das Foramen wird jedenfalls erst stattfinden, wenn nach Ablauf der Kammersystole eine gewisse Spannung des Truncus arteriosus stattfindet. Es wird dann, wie Brücke[1]) sehr richtig angiebt, auf die Druckverhältnisse zwischen der linken Aorta und der rechten ankommen, ob das Blut den einen oder andern Weg wählt. Ist der genannte Autor vom Verfasser in dem citirten durch den vermuthlichen Lapsus calami etwas unklaren Passus richtig verstanden worden, so fliesst nach seiner Angabe in diesem Zeitpunkt wegen des stärkeren Druckes vom linken Ventrikel her Blut aus der rechten Aorta, also arterielles, in die linke, welche venöses führt[2]). Diese Ansicht ist jedenfalls unter gewöhnlichen Bedingungen die einzig aufrecht zu erhaltende, doch dürften auch Verhältnisse eintreten, welche den grösseren Druck in die linke Aorta verlegen und alsdann ein Ausweichen des Blutes in entgegengesetztem Sinne veranlassen. Brücke leugnet die Möglichkeit eines solchen Vorkommens entgegen den Angaben von Bischoff, Owen[3]) und Anderen, aber gewiss mit Unrecht. Die genannten Autoren haben behauptet, dass bei gestörter Circulation durch die Lungen, wo also der Druck in dem rechten Ventrikel, in der Pulmonalis und linken Aorta steigt, die Steigerung sich durch das Ausweichen des Blutes von der linken nach der rechten Aorta ausgleicht, und sehen den Aufenthalt des Thieres unter Wasser für einen solchen Fall an. Brücke hat nun Bischoff's Behauptung von dem „Aufhören der Circulation durch die Lungen“ wohl schärfer aufgefasst, als der Autor die Sache gemeint hat, und beweist durch Experimente an geöffneten Schildkröten, deren Athmung er künstlich unterdrückt, mit der anerkennenswerthesten Sorgfalt, dass unter solchen Verhältnissen die Pulmonalis in gleicher Weise fortpulsirt, während auch das linke Herz sich mit venösem

1) Brücke, a. a. O. S. 345.

2) An der betreffenden Stelle steht, es flösse aus der linken in die rechte. V.

3) Owen, Comparat. Anat. Tom I, 512.

Blute anfüllt. Die Richtigkeit dieser Versuche ist nicht zu bestreiten, und es wird auch ohne Weiteres zugegeben, dass höchst wahrscheinlicher Weise analoge Versuche an den „weniger umgänglichen Crocodilen" dasselbe Resultat gezeigt hätten. Es wird dadurch aber nur bewiesen, dass die Amphibien Amphibien sind, d. h. Thiere, welche Einrichtungen besitzen, wodurch eine zu grosse Ueberfüllung des rechten Herzens während dem Aufhören der Lungenthätigkeit verhindert wird[1]).

Die Reduction des Blutlaufes durch die Lungen wegen des Wegfallens der Athembewegungen hat Brücke selbst zugegeben, es kommt dazu die anderweitige Vermehrung der Widerstände durch die starke Krümmung und Knickung der Gefässe in dem collabirten Gewebe, sowie die Unfähigkeit dieser Theile, in solchem Zustande ein annähernd so grosses Quantum Blut aufzunehmen, als ihnen normal zugeführt wird; alle diese Momente müssen eine Erhöhung des Blutdruckes in dem rechten Herzen und den damit zusammenhängenden Gefässen zur Folge haben, und dieser wird sich durch die Communicationen mit dem linken Herzen und dem Körperkreislauf ausgleichen müssen. Solcher Communicationen giebt es dreierlei: Das Foramen Panizzae bei vollständiger Scheidewand der Ventrikel, zweitens die Verbindung der Letzteren bei unvollständiger Trennung und endlich die Anastomose der Aortenwurzeln.

In dem Brücke'schen Versuch pulsirte die Pulmonalis allerdings ruhig fort, weil sie durch die Lungen soviel Blut schickte, als der verminderten Wegsamkeit und Gehalt entsprach, das Plus aber durch den Ventrikel direct, oder durch die linke Aorta mittelbar in den Körperkreislauf überführte; beim Crocodil hätte dasselbe stattgefunden, indem der Austausch durch das Foramen Panizzae vor sich ginge. Unterbindung der linken Aorta würde in dem Versuch an der Schildkröte die bestehende Stauung in den Lungen wohl schon bemerkbar gemacht haben, obgleich dadurch nur die eine Möglichkeit des

1) Da Brücke dies auf S. 346 selbst ausspricht, so ist schwer einzusehen, wie er den angegebenen Versuch für einen stringenten Beweis halten kann.

Ausgleiches beseitigt worden wäre. Die Behauptung, dass bei den Crocodilen zeitweise ein Strom aus der linken Aorta in die rechte führt, wird keineswegs durch die beschriebenen Beobachtungen widerlegt, und es ist diese Annahme nach den oben angeführten Gründen zu schliessen, wohl die richtige ebenso wie sie die verbreitetste zu sein scheint.

Ein ähnlicher Streit besteht über die Anastomose zwischen den Aortenwurzeln am Rücken, indem manche Autoren behaupten, es flösse das Blut von der linken zur rechten Aorta, andere aber das Umgekehrte. Hierin steht Brücke auf Bischoff's Seite gegen Panizza und beweist, dass allerdings selbst entgegen dem grösseren Druck wegen der dem Einflusse von links her günstigen Stellung der Anastomose Blut in die rechte Aorta strömen könne. Von den Bedingungen, unter welchen Brücke sich das factische Eintreten einer solchen Stromesrichtung als mit Sicherheit anzunehmen denkt, ist besonders das Aufhören der Athembewegungen für uns wichtig, und es erscheint nur wunderbar, warum der genannte Autor dies Moment für den Strom durch die Rückenanastomose richtig verwerthet, für den durch das Foramen Panizzae aber verwirft[1]). Die für jenen günstige Stellung des schrägen Verbindungsstückes ist doch nicht so wesentlich, um für diesen ohne eine derartige Erleichterung selbst die Möglichkeit solchen Austausches zu bestreiten.

Die linke Aorta, deren gesondertes Vorkommen bei den Amphibien in dem morphologischen Theil mit Absicht als charakteristisch betont wurde, birgt in ihrer Wirkung das ganze Geheimniss, indem sie als Vermittlerin des Ausgleiches zwischen den beiden Blutbahnen eintritt, soweit dies nicht schon durch den unvollständig getheilten Ventrikel ermöglicht wird. Um dies leisten zu können, muss sie zum rechten Ventrikel gezogen sein (Crocodile), oder wenigstens ein neutrales Gebiet darstellen, in welches der Blutstrom bei überfülltem rechten Herzen auszuweichen vermag (Schildkröten, beschuppte Amphibien). Corti's Verdienst ist es, bei Psammosaurus griseus darauf hingewiesen zu haben, dass die linke Aorta ihrem Ursprunge

---

1) Br. a. a. O. S. 354.

nach venöses Blut führe[1]), doch Brücke bestreitet dies, gestützt auf Farbenbeobachtung der Blutsäulen bei Vivisectionen.

Er leugnet, dass bei den Eidechsen, Schlangen und Schildkröten sich ein Unterschied der Farbe des Blutes in der rechten Aorta und der linken nachweisen lasse, und behauptet dem zu Folge, dass, wenn das eine arterieller sei als das andere, wie allerdings wahrscheinlich (?!), dieser Unterschied nur äusserst gering sein könne. So stürzt der Physiolog durch eine einzige Beobachtung am Lebenden den ganzen mühsamen Aufbau des Anatomen zusammen!

Leider wäre dies unzweifelhaft der Fall, wenn man ein gleiches Vertrauen in das Ergebniss dieser Versuche setzen müsste, wie es der Beobachter selbst darein gesetzt zu haben scheint. Verfasser hat auch Vivisectionen in der von Brücke angegebenen Weise, wenn auch keineswegs in der gleichen Ausdehnung angestellt und er muss gestehen, dass seine Augen nicht scharf genug zu unterscheiden vermochten, um über die von Brücke beobachteten Farbenverhältnisse so positive Angaben zu machen, worauf bei den Batrachiern noch genauer zurückzukommen sein wird; da aber mehrere Collegen, welche er um Beistand anrief, zu denselben zweifelhaften Aussprüchen kamen, muss er glauben, dass es nicht lediglich an seinen Augen gelegen hat.

Wenn nun ferner das Blut der rechten Aorta nach Brücke's eigener Angabe bei den beschuppten Amphibien allerdings „etwas sauerstoffreicher“ ist als das der linken, warum sieht er in diesen Fällen keinen Farbenunterschied, während seine Augen doch so fein sind, in anderen (beim Frosch) Unterschiede zu beobachten, welche noch viel minimaler sein müssen?

Was endlich stellt er der Behauptung entgegen, dass ein Eröffnen des Thorax, unnatürliche Lage des Thieres, Festschnüren der Glieder, Veränderung der Druckverhältnisse in allen Organen u. s. w. ein seiner Einrichtung nach schwankendes Verhältniss, wie es die linke Aorta darbietet, nothwendig alteriren muss?

---

1) Corti. De systemate vasorum etc. pag. 16.

Es steht zu vermuthen, dass Brücke nicht nur dem Verfasser, sondern auch sehr vielen Anderen es zu verzeihen haben wird, wenn sie sich durch die Vivisection nicht für überzeugt erklären und der anatomischen Untersuchung doch eine grössere Bedeutung beilegen.

Vergleichen wir noch einmal die anatomischen Befunde auf diese Fragen hin, so wird sich ergeben, dass die von Corti für Psammosaurus aufgestellte Behauptung hinsichtlich der linken Aorta allgemeine Gültigkeit für die Eidechsen, Schlangen und Schildkröten hat, wenn auch nicht überall in gleichem Grade.

Die grossen, segelförmigen Atrioventricularklappen, welche von der Basis der Scheidewand schräg nach aussen und abwärts gerichtet sind, werden bei der Vorhofssystole die venösen und arteriellen Blutströme, ohne dass ein Zusammenschlagen derselben abwärts nöthig wäre, auf der schiefen Ebene, die sie bilden, in die entgegengesetzt gelagerten Höhlungen des Ventrikels leiten, wobei besonders der arterielle in der sehr vielfach durch quere Trabekeln getheilten linken Seite bedeutende Verzögerungen erfährt. Der venöse Blutstrom muss durch die nach hinten und links sehende Wand des Conus pulmonalis (die Muskelleiste der Autoren) an dem Erreichen des rechten Ventrikelrandes gehindert und so abwärts in den für ihn bestimmten Canal geführt werden. Diese ableitende Wirkung der Atrioventricularklappen ist auch von Mayer und Retzius richtig erkannt worden, während Brücke und Corti sie als eine Art Doppelventil betrachten, welches abwechselnd nach oben und nach abwärts schliesst, ohne die Richtigkeit der Ansicht indessen anatomisch demonstrirt zu haben.

Dieser Verschluss der arteriellen Ventrikelabtheilung erscheint, da eine gewisse Vermischung der Blutmassen doch unleugbar ist, nicht einmal von principieller Wichtigkeit; dagegen bedauert Verfasser, sich mit Corti, dessen Anschauungen über den Kreislauf bei Psammosaurus im übrigen wesentlich den seinigen entsprechen, im Widerspruch zu befinden über den Verlauf des absteigenden venösen Blutstromes. Corti lässt denselben in sein Spatium interventriculare und aus diesem in den eigentlichen rechten Ventrikel (Canalis pulmonalis) eintreten,

d. h. er führt das venöse Blut vor sämmtlichen arteriellen Ostien vorüber! Wahrscheinlich würde er auf diese der Natur der Sache nach sehr unwahrscheinliche Annahme nicht verfallen sein, wenn er nicht ebenso wie Brücke die Communicationen übersehen hätte, welche gegen den Apex hin zwischen dem Pulmonalcanal (seinem rechten Ventrikel; untere Zelle Brücke's?) und dem vom venösen rechten Ostium herabsteigenden Höhlensystem bestehen.

Der venöse Blutstrom (Vergl. in den Querschnitten die links von x befindlichen Höhlungen) schiebt sich also, geleitet von der Atrioventricularklappe hinter der Anlage des Conus arteriosus der Pulmonalis abwärts in die für ihn bestimmten Räume der unteren Ventrikelhälfte und gewinnt bei der Systole durch die Communicationen in der Tiefe sowie der Bauchseite den Pulmonalcanal, in dem er zur Pulmonalis und bei starker Ausdehnung des rechten Herzens zur linken Aorta vordringt. Das Eintreten von venösem Blut in den Conus der rechten Aorta wird im Beginn der Diastole durch die noch andauernde Verengerung dieses Theiles ebenso wie durch seine Lagerung nach vorn und oben von dem abwärts gerichteten Strom zwar nicht verhindert, aber jedenfalls erschwert, im weiteren Verlauf derselben verengt die Ausdehnung des Pulmonalcanales den Zugang, bis das andrängende arterielle Blut die Verhältnisse wesentlich beeinflusst.

Während so, wie beschrieben, der venöse Strom auf freier Bahn direct abwärts und ebenso in dem glatten Pulmonalcanal auf kürzestem Wege aufsteigt, hat der arterielle einen viel beschwerlicheren Lauf. Durch die schräg nach abwärts gerichtete linke Atrioventricularklappe wird er zunächst in die äussersten linksseitigen Höhlen des Ventrikels abgelenkt und muss sich aus diesen bei beginnender Systole seinen Weg durch den vielfach von Trabekeln durchzogenen Raum des Ventrikels bahnen, bis er den als schiefe Ebene zur rechten Aorta ansteigenden Conus erreicht; diese Ableitung und Verzögerung des arteriellen Blutes, welche auch Retzius bei den Schlangen richtig erkannt hat, muss bewirken, dass der venöse Strom schon grösstentheils seine Bahn im Ventrikel vollendet hat, wenn der

arterielle erst in voller Bewegung ist; der letztere kann dann allerdings den Conus pulmonalis gegen die rechte Wand hin zurückdrängen und es wird nun auf den Grad der Spannung im Pulmonalkreislauf ankommen, welcher Theil des arteriellen Blutes seinen Weg in die benachbarte linke Aorta findet. Je straffer der Pulmonalcanal gefüllt bleibt, um so weniger frei wird das Ostium der linken Aorta für den aufsteigenden arteriellen Strom. Dass ein musculöses, parallel der Gefässaxe angespanntes Organ wie der Conus pulmonalis ein solches darstellt, bei noch bestehender Contraction sich als Klappe vor die Pulmonalöffnung legen sollte, mag Brücke wohl an aufgeschnittenen Herzen demonstriren, an normalen dürfte ein solches Verhalten zu den Unmöglichkeiten gehören.

Die beschriebene Weise der Circulation lässt sich am klarsten aus der Organisation des Schlangenherzens abnehmen, obgleich derselbe Plan auch den übrigen zu Grunde liegt. Bei den Varanen ist eigentlich nur der Unterschied, dass der geräumige Canal des aufsteigenden venösen Blutes sich weit nach vorn verschiebt; Chamaeleo macht alsdann den Uebergang zu den Schildkröten, wo der flache breite Ventrikel die Möglichkeit einer bedeutenden räumlichen und zeitlichen Distanzirung der beiden Blutarten giebt, und daher der verzögernden Trabekelsysteme nicht so dringend zu bedürfen scheint, obgleich gerade hier auch, wie oben beschrieben, ganz mit schwammigen Massen ausgefüllte Ventrikel vorkommen. Bei den Eidechsen, wo derselbe meist ebenfalls stark quer durchzogen ist, markirt sich ein Canal für den absteigenden venösen Strom nur im tieferen Theil des Ventrikels, im oberen ist eine bedeutende Vermischung beider Blutarten unvermeidlich, das direct einschiessende und gerade abwärts geleitete venöse Blut wird aber auch hier in einen streng begränzten Pulmonalcanal gesammelt (Vergl. Taf. XX. Fig. 14 u. 15).

Mayer hat in den Hauptpunkten wesentlich dieselbe Ansicht über den Kreislauf der Amphibien aufgestellt, wenn ihm auch das Material fehlte, sie eingehender zu begründen, und Brücke versucht vergeblich, ihn zu widerlegen, da der ge-

nannte Autor die anatomischen Verhältnisse entschieden richtiger gewürdigt hat. So schreibt Mayer einer halbmondförmigen Fleischfalte am Ostium venosum dextrum die Fähigkeit zu, den Eintritt des venösen Blutes in die rechte Aorta zu verhindern, und Brücke meint, dass damit der schmale membranöse Vorsprung gemeint sei, welcher den äusseren Lappen der Atrioventricularklappe darstellt, und dem er eine solche Function mit Recht nicht zutrauen zu können glaubt. Durch die Betrachtung des oben Gesagten wird aber einleuchtend, dass Mayer offenbar die einem Conus arteriosus der rechten Aorta entsprechende Anlage gemeint hat, welche sich im Halbkreise beim Ostium venosum vorbei in gleicher Weise nach hinten und rechts herumschlägt, wie die des Conus Pulmonalis von derselben Stelle aus nach vorn und rechts verläuft. Dadurch entsteht allerdings eine gegen das Ostium venosum hin halbmondförmig ausgeschnittene Fleischfalte (innere Wand des Conus) welche immer hoch genug ist, um bei contrahirtem Ventrikel das Vordringen des venösen Blutes zur rechten Aorta, wie es Mayer angiebt, wesentlich zu behindern. Der absolute Verschluss wird hier wie in andern Fällen als unerweislich und für die principiellen Fragen nicht wesentlich fallen gelassen. Auch über die linke Aorta war Mayer richtiger informirt als Brücke, indem er ihr gemischtes Blut zuschreibt, ohne indessen den möglichen Wechsel der Blutart in derselben gehörig betont zu haben. Brücke hat dagegen nur seine Beobachtung der gleichen Blutfarbe in der linken und rechten Aorta als Einwand, worüber Oben bereits gesprochen worden ist; die Gründe, welche die Annahme des erstgenannten Autors stützen, sind indessen so zwingend, dass auch der letztere sich ihnen nicht ganz entziehen kann, er lässt sie als Wahrscheinlichkeitsgründe gelten und argumentirt darauf gegen sich selbst viel treffender, als er für sich bewiesen hatte [1]). Die daran sich anschliessende, allgemein physiologische Betrachtung der Circulation der Amphibien enthält die maassgebenden Gesichtspunkte klar und deutlich ausgesprochen und Verfasser ist sehr erfreut, in diesen

---

1) a. a. O. S. 363.

wenigstens sich Brücke anschliessen zu können, wenn er auch nicht einsieht, wie solche Resultate aus so abweichenden Beobachtungen hergeleitet werden konnten.

Um nur den leitenden Grundgedanken in der Circulation dieser Thiere kurz zu recapituliren, so haben wir also einen grossen und kleinen Kreislauf, deren Blutarten sich vermischen können, diese Vermischung findet aber je nach dem Bedürfniss in verschiedenem Grade statt, worauf die besonderen Einrichtungen hinzielen.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen, bei freier Lungenthätigkeit, ist die Trennung in den höher organisirten Arten eine fast vollständige, wird aber die Athmung unterbrochen, wie z. B. wenn die Thiere sich unter Wasser befinden, so beginnt sich das aus dem Körper zurückkehrende venöse Blut im Lungenkreislauf zu stauen, der Eintritt in das Herz ist erschwert und es füllen sich daher zunächst die schlaffen Sinus venosi, die grossen Reservoire für das venöse Blut, straff an. Sind diese ausgedehnt und die Stauung wird stärker, so verbreitet sich ein Theil des Blutes, welches sonst den Weg durch die Lungen nähme, vermöge der Communicationen der beiden Bahnen in den Körper. Um den schädlichen Einfluss des venösen Blutes auf die Function des Organismus möglichst zu verzögern, findet die Verbreitung desselben ganz allmälig und nach einem bestimmten Gesetze statt.

Es wird zunächst in die linke Aorta geführt, welche dasselbe durch die A. coeliaca resp. mesenterica (Varanen) in den Darmcanal ableitet, dessen Function, soweit sie auf der Zuleitung von arteriellem Blut beruht, wohl für einige Zeit unterbrochen werden kann. Wird die Stauung stärker und ist auch das mesenterische Gefässsystem erfüllt, so beginnt das venöse Blut durch die Rückenanastomose in die Aorta descendens auszuweichen und der untere Theil des Körpers muss sich mit weniger arterieller Blutzufuhr begnügen. Nun wird wiederum eine gewisse Zeit verstreichen, bis das vorhandene arterielle Blut nebst dem mit unter Wasser genommenen Vorrath von Luft in den Lungen verbraucht ist, und der linke Ventrikel

ebenfalls venöses Blut in die rechte Aorta, durch diese aber zu den vorderen Extremitäten, dem Kopfe und Gehirn schicken müsste, welche Theile als die Hauptsitze der animalischen Functionen nach der eigenthümlichen Gefässvertheilung noch beständig mit möglichst rein arteriellem Blut versorgt wurden. Erst wenn dieser Zeitpunkt eingetreten ist, wird der Organismus so mit venösem Blut überfüllt sein, dass das Thier genöthigt ist, auf's Neue Luftathmung zu suchen.

Mit dieser allgemeinen Anschauung stimmen die besonderen anatomischen Verhältnisse in erfreulicher Weise überein. So sehen wir bei den Tauchschildkröten, den Crocodilen und anderen lange unter Wasser zubringenden Thieren die Sinus venosi colossal entwickelt, bei den Landschildkröten, den Schlangen und anderen Landthieren viel kleiner. Zwar macht Chelonia davon eine auffallende Ausnahme, doch ist es nicht unwahrscheinlich, dass die den Sinus venosi fehlende Ausdehnung ersetzt wird durch die gerade bei diesem Genus beobachteten cavernösen Hohlräume in der Wandung der Pulmonalis und Aorta[1]), durch welche Cavernen in ersterer venöses, in letzterer wenigstens gemischtes Blut in seiner Rückkehr zum rechten Herzen verzögert werden dürfte.

In gleicher Weise bedeutungsvoll ist der Unterschied zwischen Land- und Wasserthieren hinsichtlich des Abganges der Arterien des chylopoetischen Systemes. Während sie bei den ersteren, den Schlangen[2]), den Landeidechsen u. s. w. aus dem gemeinsamen Stamm der Aorta descendens kommen, stellen sie bei den Wasserthieren (Crocodilen, Schildkröten, Varanen) die Hauptfortsetzung der linken Aorta dar.

Ein so merkwürdiges Zusammentreffen dürfte wohl sicherlich nicht als ein rein zufälliges betrachtet werden, und es ist gerechtfertigt, darin eine wesentliche Stütze für die hier aufgestellte Hypothese zu sehen.

Bei den nackten Amphibien ist, wie schon die anatomische

1) Leydig, Lehrbuch der Histologie. S. 417.

2) Die Wasserschlangen leben mehr am Wasser und auf demselben als unter Wasser. Psammosaurus ist ein Landthier, macht aber darin eine Ausnahme von dem allgemeinen Verhalten der Familie.

Betrachtung lehrt, das Princip in der Anordnung der Circulation wesentlich dasselbe; doch entspricht der niedrigeren allgemeinen Entwicklung zugleich eine geringere Ausbildung dieses Systemes. Wenn auch trennende Organe für den grossen und kleinen Kreislauf in der Anlage vorhanden sind, so ist damit noch nicht bewiesen, dass die Trennung wirklich erreicht wird. Es soll keineswegs behauptet werden, dass der Effect dieser Anlagen gleich Null ist, sondern nur, dass die Vermischung der Blutarten unter allen Umständen eine sehr hochgradige ist, und die angegebenen feinen Klappenverschlüsse im Bulbus ihren Zweck verfehlen. Die sogenannte Spiralklappe des Bulbus beim Frosch kann so wirken, wie Brücke es angiebt, sie muss aber nicht so wirken, denn das wichtigste Moment, die Verlagerung der Scheidewand von rechts nach links während der Systole ist nur durch die wechselnde Farbe des Bulbus bewiesen, welche sehr verschieden zu deuten ist; die Klappe braucht auch nicht so zu wirken, denn das arterielle und venöse Blut zeigt schon im Ventrikel eine bedeutende Vermischung.

Hier spielen nun wieder die Farbenbeobachtungen eine Hauptrolle, indem also zunächst natürlich hellere Färbung des linken Atrium beobachtet wird, dem entsprechend auch hellere Färbung der linken Ventrikelhälfte und endlich Auftreten derselben Erscheinung im Bulbus gegen das Ende der Systole; bei abgeschnittener Herzspitze soll auch aus beiden Seiten des Ventrikels ein verschieden gefärbter Blutstrom hervorquellen.

Wir haben oben gesehen, dass bei Rana zuweilen Exemplare vorkommen, welche eine unvollkommene Scheidewand der Atrien haben, so dass die Trennung der Blutarten im Vorhofsabschnitt schon illusorisch wird, ausserdem aber meistens die linke Abtheilung, auch wo sie stärker ausgebildet ist, so weit nach hinten liegt, dass bei Betrachtung von vorn wenig von der ihr zukommenden Färbung zu sehen sein dürfte.

Vergleicht man den Durchschnitt des Ventrikels (Fig. 17, Taf. XIX), so machen sich in der rechten Hälfte mehrere grosse Lücken bemerklich, welche bis nahe an die Oberfläche gehen (Analogon des Canales für den absteigenden venösen Blutstrom

der höheren Amphibien), links ist das Ganze viel dichter und von weniger Hohlräumen durchsetzt. Die Folge davon ist, dass bei der Betrachtung des unversehrten Ventrikels die rechte Seite, wo compacte Blutmassen direct unter der Oberfläche liegen, dunkler erscheint, als die linke, wo die lichte Muskelsubstanz der vorherrschende Bestandtheil ist.

Schneidet man nun die Spitze ab, so strömt die Blutsäule der beschriebenen rechtsseitigen Hohlräume als solider Strom aus, während aus dem schwammigen, engmaschigen Gewebe der linken Seite nur spärliches Blut in dünnen Bächen hervorsickert, und daraus folgt, dass wiederum links die Farbe einen helleren Charakter annimmt.

Ist verschiedene Farbe des Blutes beider Ventrikelhälften wirklich vorhanden, wie es bei günstigen Exemplaren mit gut entwickelter Scheidewand wegen des aus dem rechten Atrium direct in die rechtsseitigen Höhlungen abwärts führenden Blutstromes allerdings möglich ist, so lässt sich dies gewiss nicht auf so grobe Weise demonstriren.

Nun soll aber sogar am Bulbus trotz der im einfachen Ventrikel sicher unterdessen fortgeschrittenen Vermischung verschiedene Färbung rechts und links von der Spiralklappe und das Durchströmen helleren Blutes gegen das Ende der Systole erkannt werden, ohne dass auch nur der Versuch gemacht wurde, den Einfluss des bei der Bulbuscontraction dünner werdenden Blutstromes sowie der in gleichem Maasse dicker werdenden Wandung auf die Färbung des Ganzen zu eruiren. Verfasser erklärt sich ausser Stande, den hierüber angegebenen Beobachtungen beizupflichten.

Das Aufrichten des sich contrahirenden Bulbus während der Systole mag immerhin den Eintritt des aus dem äussersten linken Ventrikel nachrückenden Lungenblutes in die Aortenabtheilung rechts von der Bulbusscheidewand begünstigen, aber eine scharfe Sonderung der Blutarten im Bulbus, während im übrigen Herzen die Vermischung unabweisbar ist, erscheint widersinnig. Die grosse Masse des Körpervenenblutes im Vergleich mit dem viel spärlicheren Lungenvenenblut lässt nur die Möglichkeit zu, dass ein bedeutender Theil direct durch die

Aorten in den grossen Kreislauf zurückkehrt. Dies kann auch ohne Schaden geschehen, denn ein Theil der Venen, nämlich die der Haut, bringt schon arterielles Blut in das rechte Atrium zurück. Andererseits ist der beste Beweis, dass auch das Pulmonalisblut nicht rein venös ist, in dem Umstand, dass ein Ast der Pulmonalis, die oben beschriebene A. cutanea, Blut zu Theilen des Organismus führt, welche sonst mit dem arteriellsten versorgt zu werden pflegen. Brücke konnte somit seine Behauptung der künstlichen Trennung beider Blutarten auf gar kein ungünstigeres Moment stützen, als die Angaben über die A. cutanea, da sich dasselbe völlig gegen ihn wenden lässt[1]).

So wird bei den nackten Amphibien die gesonderte linke Aorta, der Regulator des venösen Blutes überflüssig und kommt nicht mehr zur Ausbildung, worauf auch die A. subclaviae und A. vertebrales ihren gewohnten Ursprung rechterseits aufgeben und sich symmetrisch an die absteigenden Bögen der Aorten vertheilen, oder sie entspringen (Urodelen) sogar nach der Vereinigung aus der Aorta descendens, da der asymmetrische Ursprung keinen Vortheil mehr hinsichtlich der Zufuhr arteriellen Blutes darbietet. Nur die A. coeliaca hat bei Rana und verwandten Arten ihren Ursprung aus der linken Aortenwurzel, wie er sonst den Wasserthieren eigen ist, beibehalten: ein weiterer Beweis dafür, wie der allgemeine Plan der Organisation selbst über das Bedürfniss hinaus durchgeführt werden kann. Die Wassersalamander haben auch dieses zu den höheren Amphibien hinüber führende Moment abgestreift. Die fortschreitende Reduction der trennenden Einrichtungen macht sich weiterhin bei manchen Perennibranchiaten (Hypochthon[2]) dadurch bemerklich, dass ein Theil der Lungenvenen sich in die Hohlvenen einsenkt und den letzteren also rein arterielles Blut beigemischt wird.

---

1) Der ausschliessliche Verlauf dieser A. cutanea zur Haut des Rumpfes, wie ihn Brücke irrthümlicher Weise annahm, veranlasste ihn im Hinblick auf die bekannte Hautrespiration des Frosches zu behaupten, sie werde, um diesem Zweck zu entsprechen, wesentlich venöses Blut führen müssen.

2) Hyrtl, Berichtigungen u. s. w.

So sehen wir durch die ganze Klasse der Amphibien die Verhältnisse der Circulation sich allmälig mehr und mehr vereinfachen und den Lungenkreislauf zu einem unbedeutenden Anhange herabsinken, ohne dass ein plötzlicher Sprung bemerklich würde, und die Betrachtung des Circulationsapparates liefert daher keine hinreichenden Gründe um die Trennung dieser Thiere in zwei Klassen zu rechtfertigen. Eine andere Frage ist, ob nicht doch das genauere Studium verschiedener Momente besonders der embryonalen Entwickelung Gründe an die Hand giebt, welche eine solche Spaltung gerechtfertigter erscheinen lassen, als unsere jetzige Kenntniss der Thiere vermuthen lässt. Stellt es sich z. B. heraus, dass in der That die Entwickelung des Gehirnes eine abweichende ist, dass Amnios und Allantois Bildungen sind, welche den beschuppten Amphibien ganz ausschliesslich zukommen, in den nackten aber diese Anlagen selbst nicht als Rudimente irgendwo auftreten, so wird der Verfasser gern zugeben, dass die genannten Thiere lieber in zwei Klassen unterzubringen seien. Schon Johannes Müller hat in einer älteren Arbeit über die Eintheilung der Amphibien [1]) die Unterschiede hinsichtlich der Allantois und Amnios angedeutet; er betrachtete es aber nicht für angemessen, dieselben für die Systematik zu verwerthen. Obgleich der genannte Forscher zur Zeit, als er die citirte Abhandlung schrieb, noch den Vorhof der Batrachier für einfach hielt und darin einen Hauptunterschied von den beschuppten Amphibien fand, sah er sich doch nicht veranlasst, zwei Klassen aus diesen Thieren zu bilden, sondern nur Unterabtheilungen einer einzigen; er empfiehlt sogar die Crocodile den übrigen beschuppten und nackten Amphibien als dritte Abtheilung beizuordnen. Als er Kenntniss nahm von der im Batrachierherzen vorkommenden Theilung des Vorhofes, betonte er es ausdrücklich, dass nun in Bezug auf das Herz kein Grund mehr sei, beide Gruppen auseinander zu halten. Mit Rücksicht auf die anderweitigen Unterschiede wird es daher wohl auch heute noch ausreichend sein, beschuppte und nackte Amphibien als zwei Unterabtheilungen einer Klasse hinzustellen.

1) Treviranus, Zeitschrift für Physiologie, 1831, S. 190 u. 275.

Blickt man zurück auf die beschriebenen Besonderheiten der einzelnen Genera, so erscheint es höchst bemerkenswerth, in wie innigem Zusammenhange die innere Organisation mit den Lebensbedingungen steht, welchen irgend ein Thier unterworfen wird. Es ist damit aber hier wie in anderen Fällen noch keineswegs erwiesen, dass diese Lebensbedingungen als solche in Darwin'schem Sinne gestaltend auf die Organisation gewirkt hätten; denn wir haben auch Beispiele gesehen, dass die allgemeinen Züge des herrschenden Grundtypus zu Tage treten unabhängig von dem Bedürfniss. Es führt dies zu der Anschauung hinüber, dass die organische Welt als Ganzes zu betrachten ist, dessen Theile harmonisch ineinandergreifen, und der Einzelorganismus im Zusammenhang mit seiner Umgebung gleichzeitig sich gestaltet. Soll schon eine fortschreitende Veränderung angenommen werden, so liegt es immer noch näher im Sinne von Geoffroy St. Hilaire anzunehmen, dass die sonderbare Uebereinstimmung innerer Organe, wie z. B. der Ursprung der Darmarterie der Amphibien, mit äusseren Bedingungen zurückzuführen sei auf fortpflanzungsfähige, glückliche Monstrositäten, als dass man annimmt, der Darmarterie sei allmählich durch Zuchtwahl ihre definitive Stellung angewiesen worden.

Erklärung der Figuren.

Zeichen, welche für alle Figuren in gleicher Weise gelten:

Ven.	Ventriculus.	
At. d.	rechtes	Atrium.
At. s.	linkes	
Au. d.	rechte	Auricula.
Au. s.	linke	
AA.	Arcus Aortae.	
S. v.	Sinus venosus.	
B. ar.	Bulbus (Truncus) arteriosus	
Ao. d.	rechte	Aorta.
Ao. s.	linke	
Ao. dd.	absteigende	

T. a. . . . . Truncus anonymus.
Ca. d. . . . . rechte } Carotis communis.
Ca. s. . . . . linke } Carotis communis.
Ca. i. . . . . Carotis interna.
Ca. e. . . . . Carotis externa.
Ca. pr. . . . . Carotis primaria.
Sc. d. . . . . rechte } Arteria subclavia.
Sc. s. . . . . linke } Arteria subclavia.
A. v. . . . . Arteria vertebralis.
A. c. . . . . Arteria collateralis colli.
A. cut. . . . . A. cutanea.
A. cl. . . . . A. (Ramus) clavicularis.
A. i. . . . . A. inframaxillaris.
A. occ. . . . . A. occipitalis.
A. h. . . . . A. hyoideo-lingualis.
A. co. . . . . A. coronaria ventriculi sup.
A. coe. . . . . A. coeliaca.
A. mes. . . . . A. mesenterica.
R. gl. . . . . Ramus glandularis.
P. d. . . . . rechte } Arteria pulmonalis.
P. s. . . . . linke } Arteria pulmonalis.
V. c. d . . . . rechte obere } Vena cava.
V. c. s. . . . . linke obere } Vena cava.
V. c. i. . . . . untere } Vena cava.
V. h. . . . . Vena hepatica.
V. p. d. . . . . rechte } Vena pulmonalis.
V. p. s. . . . . linke } Vena pulmonalis.
V. co. . . . . Vena coronaria cordis.
Vv. s. . . . . Valvulae semilunares.
Vv. E. . . . . Valvula Eustachii.
Vv. at. d. . . . . Valv. atrioventricularis dextra.
Vv. at. s. . . . . Valv. atrioventricularis sinistra.
F. P. . . . . Foramen Panizzae.
O. p. . . . . Ostium venarum pulmon.
T. p. . . . . Truncus Arteriae pulmonalis.
p. . . . . Canalis pulmonalis.
x. . . . . Conus arteriosus pulmonalis.
y. . . . . rudimentäre Scheidewand der Ventrikel.
a. . . . . Anhang des rechten Atrium.
r. . . . . rechts.
l. . . . . links.
v. . . . . vorn.
h. . . . . hinten.

Erklärung der Tafeln.

Taf. XVII.

Fig. 1. Herz von Alligator lucius von der vorderen (Bauch-) Seite gesehen.

Fig. 2. Dasselbe von der hinteren (Rücken-) Seite.

Fig. 3. Herz von Chamaeleo vulgaris von der vorderen Seite.

Fig. 4. Dasselbe von der hinteren Seite.

Fig. 5. Herz von Rana esculenta von vorn.

Fig. 6. Dasselbe von hinten.

Fig. 7. Herz von Salamandra maculata von vorn gesehen.

Fig. 8. Dasselbe von hinten gesehen.

Fig. 9. Herz von Siredon pisciformis von vorn gesehen.

Taf. XVIII.

Fig. 1. Herz von Chelydra serpentina von vorn gesehen.

Fig. 2. Dasselbe von hinten.

Fig. 3. Herz von Emys irrigata von vorn gesehen.

Fig. 4. Herz von Chelonia Midas von hinten gesehen.

Fig. 5. Herz von Lacerta ocellata von vorn.

Fig. 6. Dasselbe von hinten.

Fig. 7. Herz von Uromastix spinipes von vorn.

Fig. 8. Dasselbe von hinten (auf der rechten Seite sind die Aortenbögen vor der Vereinigung durchschnitten, links unterhalb derselben.

Fig. 9. Herz von Pseudopus Pallasii von vorn.

Fig. 10. Dasselbe von hinten.

Taf. XIX.

Fig. 1. Herz von Python bivittatus von vorn gesehen; die vordere Wand des Ventrikels ist abgetragen bis gegen die Basis hin.

Fig. 2. Dasselbe von hinten.

Fig. 3. Herz von Periops parallelus von vorn.

Fig. 4. Dasselbe von hinten.

Fig. 5. Frontaler Längsschnitt durch das Herz von Salamandra maculata, ventrale Hälfte.

Fig. 6. Dorsale Hälfte desselben Schnittes.

Fig. 7. Querschnitt durch den dicksten Theil des Ventrikels ungefähr zwischen erstem und zweitem Drittel, nach der Basis zu gesehen. Alligator lucius.

(Die Bauchseite ist in allen diesen Figuren ausser 11. und 17. nach oben gerichtet.)

Fig. 8. Querschnitt durch den dicksten Theil des Ventrikels von Psammosaurus griseus.

Fig. 9. Querschnitt durch den dicksten Theil des Ventrikels von Emys concentrica; doppelte Grösse.

Fig. 10. Querschnitt durch den dicksten Theil des Ventrikels von Periops parallelus; doppelte Grösse.

Fig. 11. Querschnitt durch den mittleren Theil des Ventrikels von Boa constrictor, nach dem Apex zu gesehen.

Fig. 12. Querschnitt durch den dicksten Theil des Ventrikels von Chamaeleo vulgaris nach der Basis zu gesehen; etwas vergrössert.

Fig. 13. Dasselbe nach abwärts gesehen.

Fig. 14. Querschnitt durch den dicksten Theil des Ventrikels von Lacerta ocellata nach der Basis zu gesehen; doppelte Grösse.

Fig. 15. Querschnitt durch den dicksten Theil des Ventrikels von Pseudopus Pallasii; natürliche Grösse.

Fig. 16. Querschnitt durch den dicksten Theil des Ventrikels von Rana esculenta; doppelte Grösse.

Fig. 17. Dasselbe nach dem Apex zu gesehen.

Taf. XX.

Fig. 1. Querschnitt durch den mittleren Theil der Vorhöfe von Alligator lucius, gegen das Kopfende hin gesehen.

Fig. 2. Dasselbe gegen den Ventrikel hin gesehen.

(In beiden Figuren Bauchseite oben.)

Fig. 3. Querschnitt durch den mittleren Theil der Vorhöfe von Testudo tabulata nach dem Kopfende hin gesehen. Bauchseite oben.

Fig. 4. Querschnitt durch den mittleren Theil der Vorhöfe von Periops parallelus, Bauchseite unten; doppelte Grösse.

Fig. 5. Querschnitt durch den mittleren Theil der Vorhöfe von Pseudopus Pallasii, Bauchseite oben; natürliche Grösse.

Fig. 6. Schrägschnitt durch die Frontalebene der Vorhöfe von oben hinten nach unten vorn; der Truncus arteriosus ist dicht über den Semilunarklappen durchschnitten. Der Ventrikel ist im dicksten Theil durch einen queren Schnitt abgetragen. Makroclemys Temminckii.

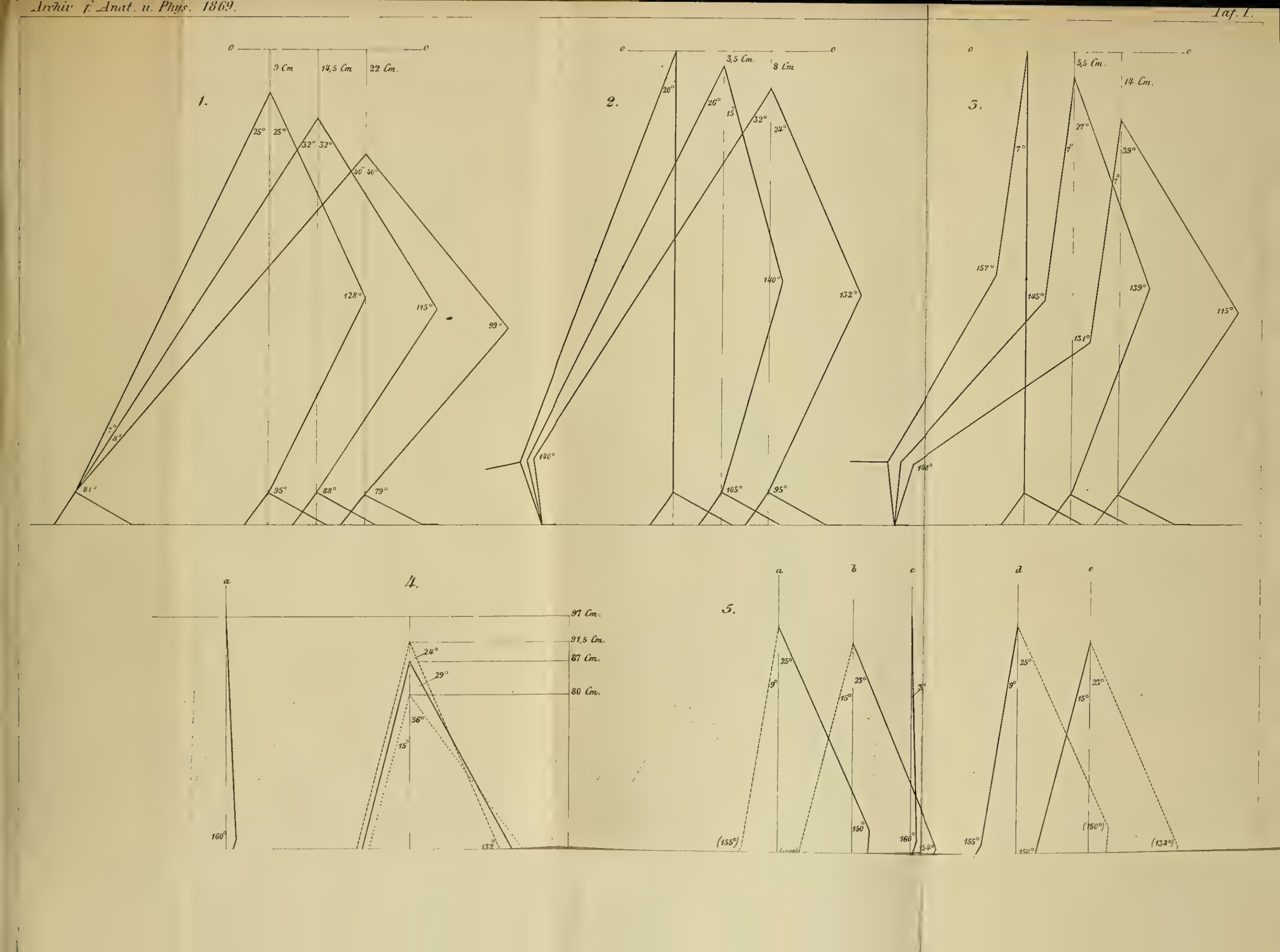
Fig. 7. Frontaler Längsschnitt durch ein Herz von Rana temporaria mit ganz rudimentärer Scheidewand der Vorhöfe; ventrale Hälfte. Etwas vergrössert.

Fig. 8. Dasselbe dorsale Hälfte. Etwas vergrössert.

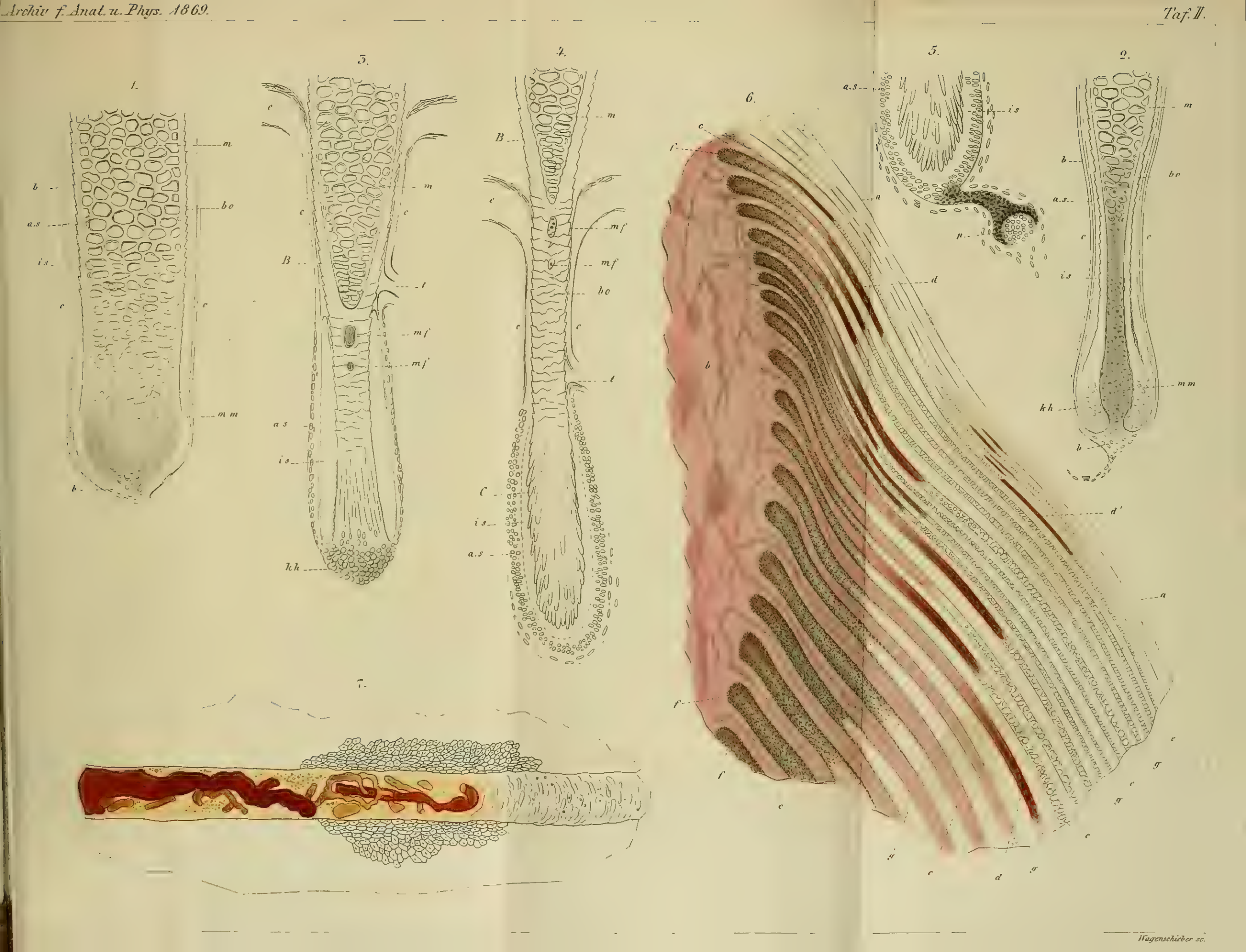
Fig. 9. Frontaler Längsschnitt durch ein Herz von Rana esculenta mit kräftig entwickelter Scheidewand; ventrale Hälfte. Etwas vergrössert.

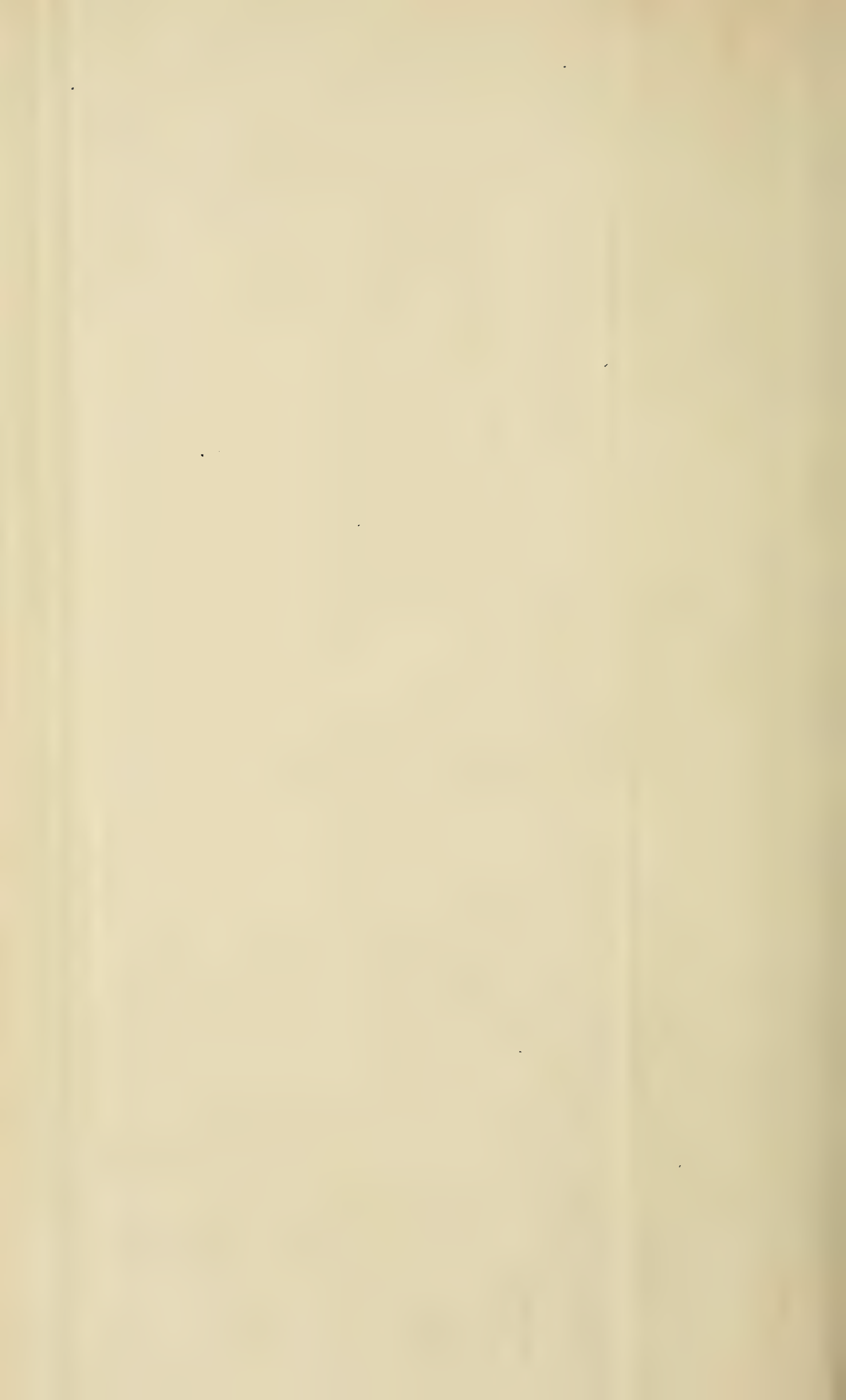
Fig. 10. Dasselbe dorsale Hälfte. Etwas vergrössert.

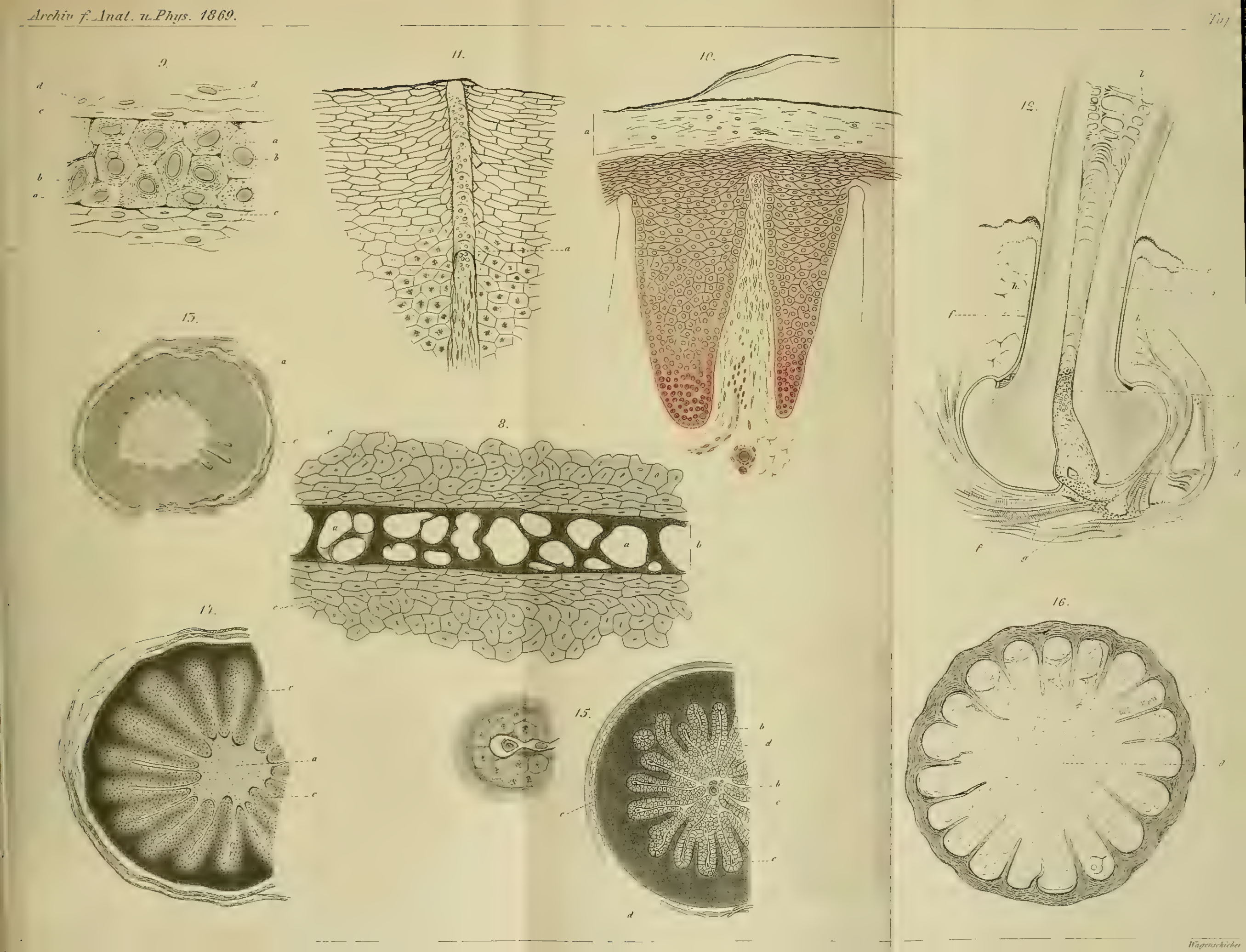
Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm) in Berlin, Friedrichsstrasse 24.


Archiv f. Anat. u. Phys. 1869.
Taf. I.
1.
9 Cm
14,5 Cm
22 Cm.
25° 25°
32° 32°
40° 40°
128°
115°
99°
81°
95°
88°
79°
2.
3,5 Cm.
8 Cm
20°
26°
15°
32°
24°
140°
132°
140°
105°
95°
3.
5,5 Cm.
14 Cm.
7°
27°
39°
157°
145°
139°
131°
115°
4.
97 Cm.
91,5 Cm.
87 Cm.
80 Cm.
24°
29°
36°
15°
160°
132°
5.
a
b
c
d
e
25°
9°
23°
15°
150°
(155°)
160°
155°
(150°)
(134°)

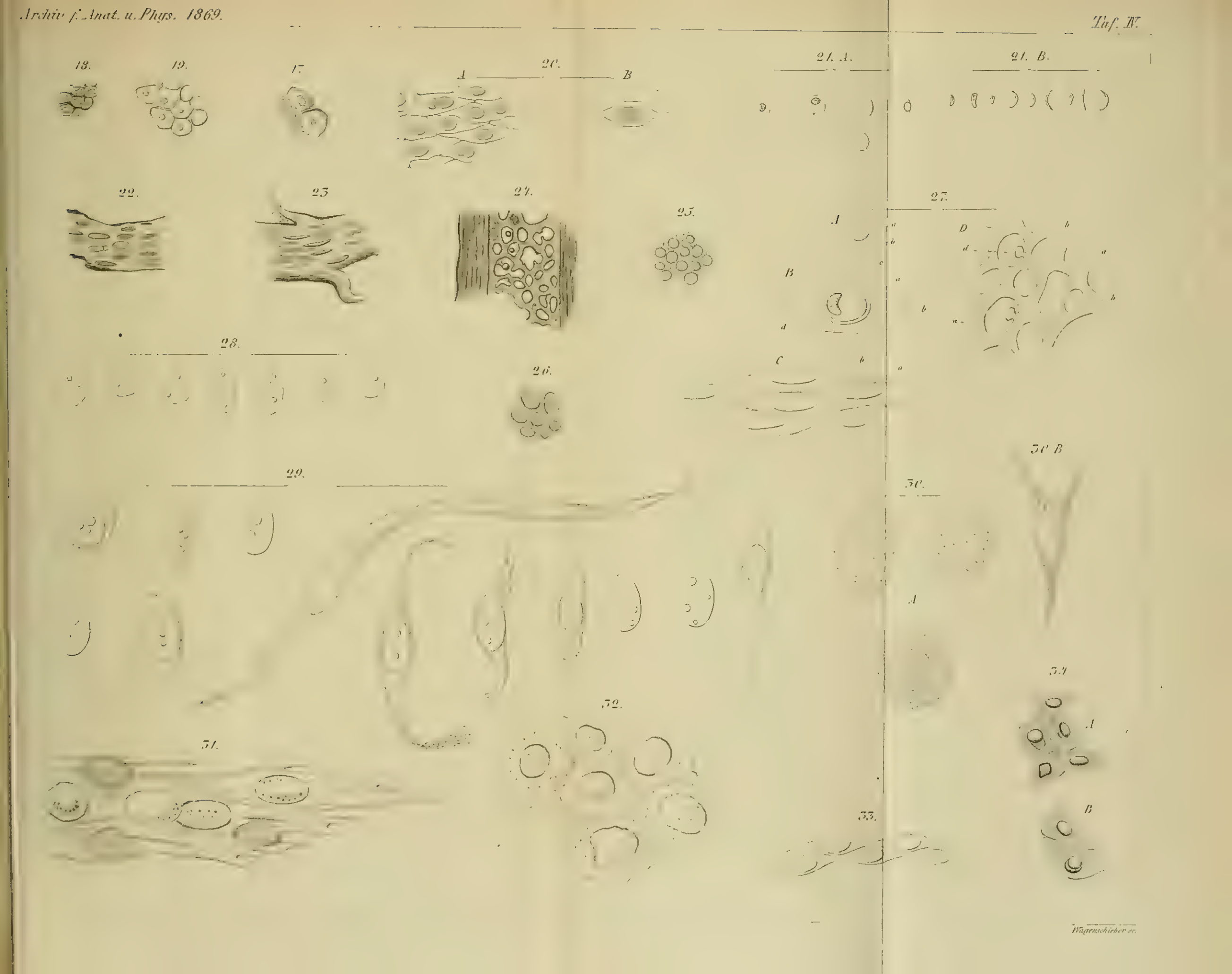



1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
m
b
bo
a.s
i.s
c
mm
kh
B
t
mf
C
p
a
d
d'
f
g
Wagenschieber sc.



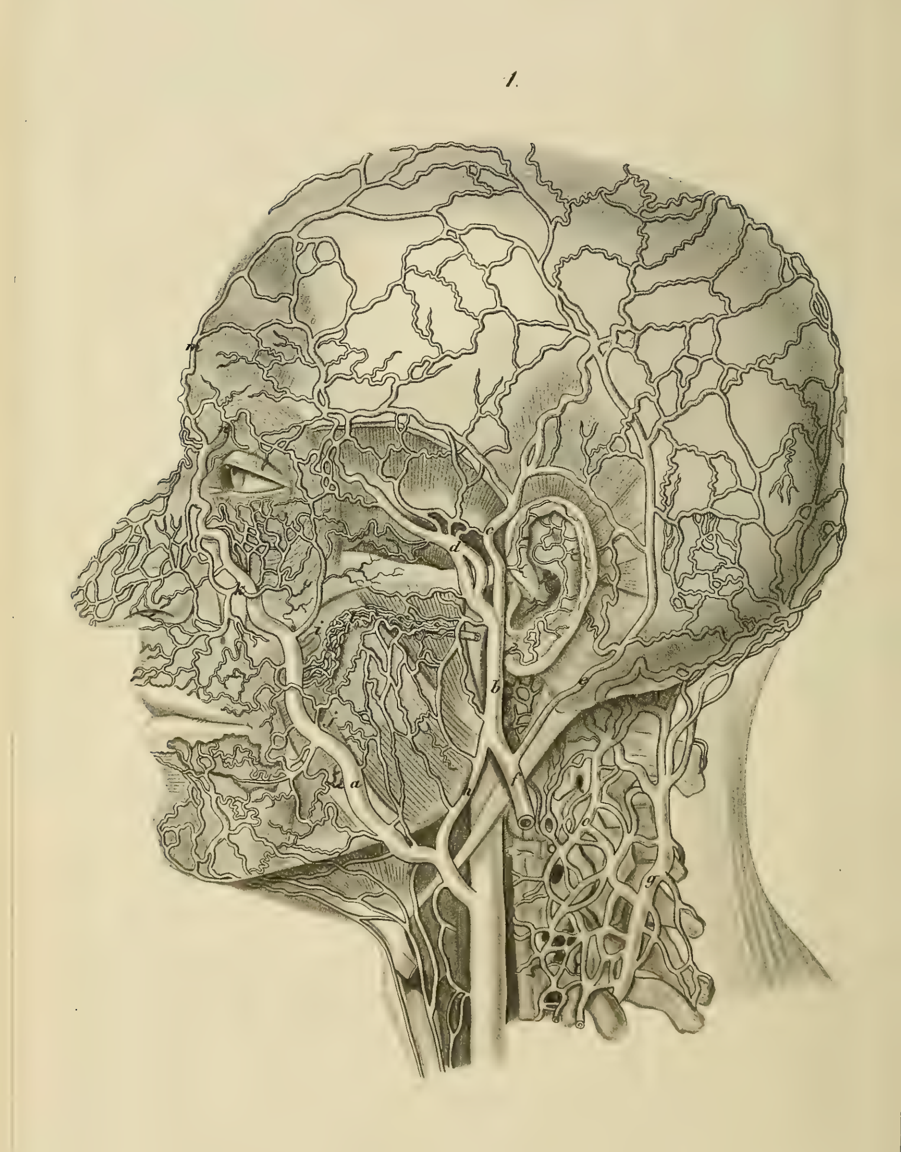

9.
11.
10.
12.
13.
8.
14.
15.
16.
Wagenschieber



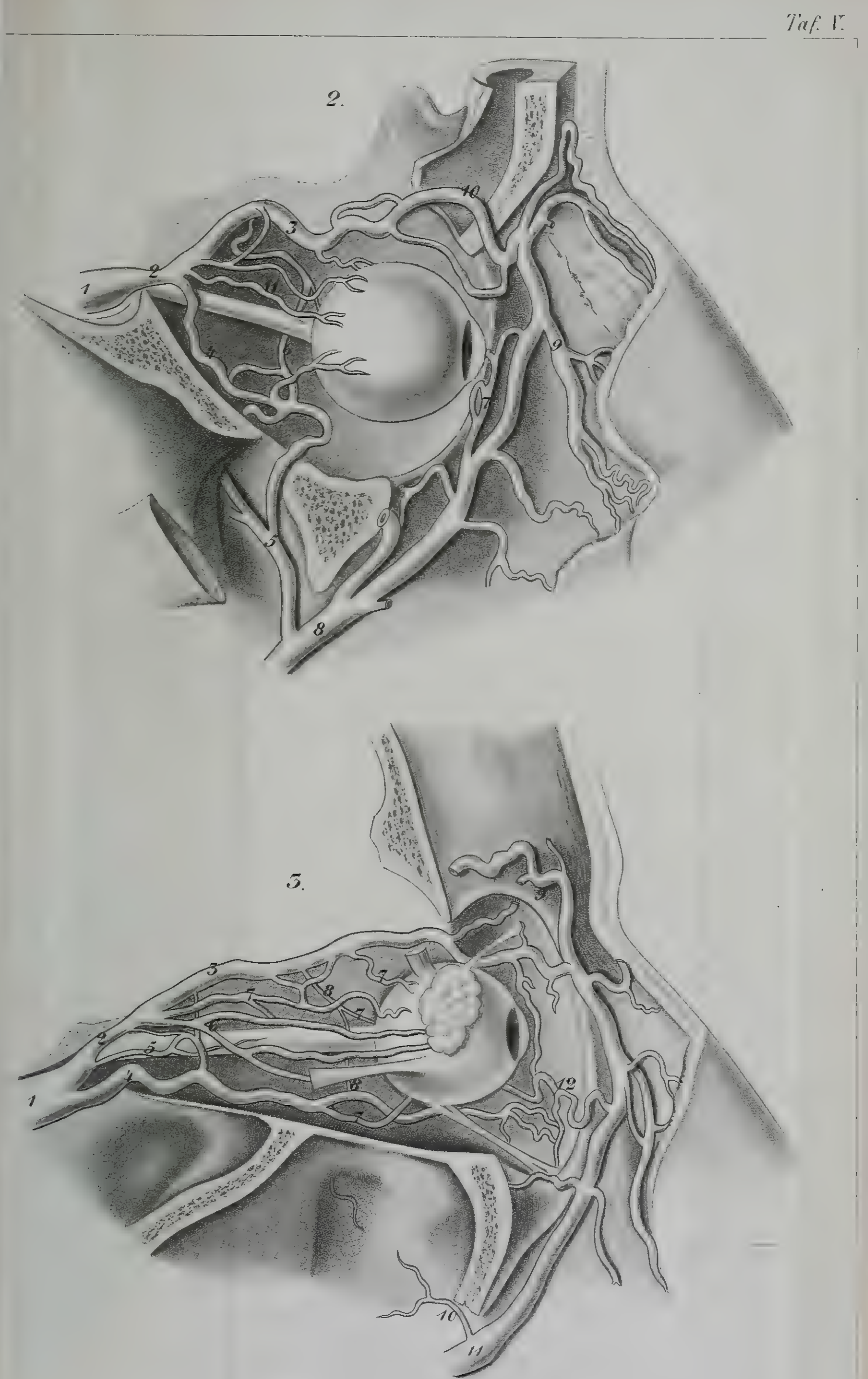

18.
19.
17.
20.
A
B
21. A.
21. B.
22.
23
24.
25.
27.
D
B
C
28.
26.
29.
30.
30 B
31.
32.
33.
34
Wagenschieber sc.







Fritz del.



Wagenschieber sc.



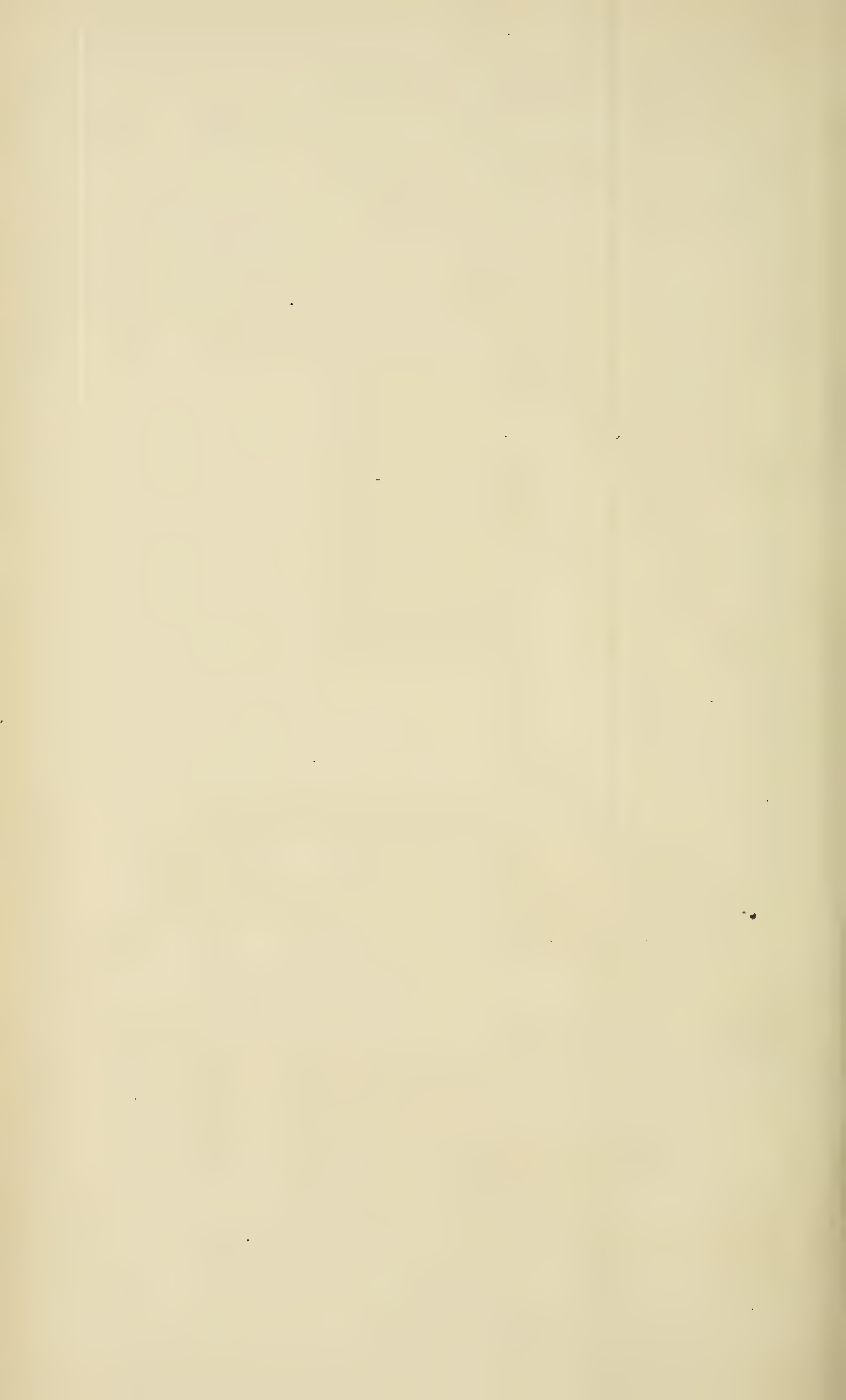
B.

A.

1.

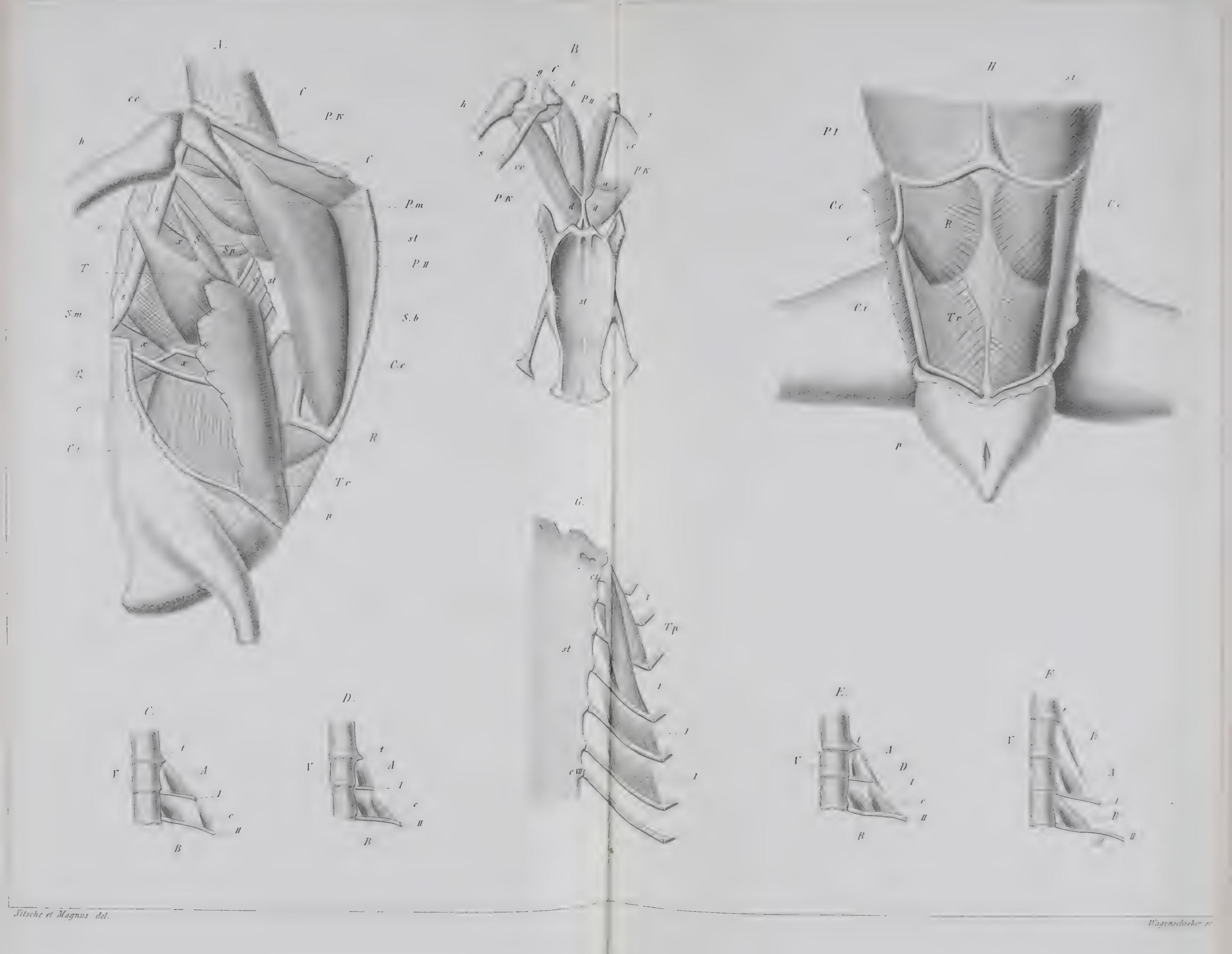
2.

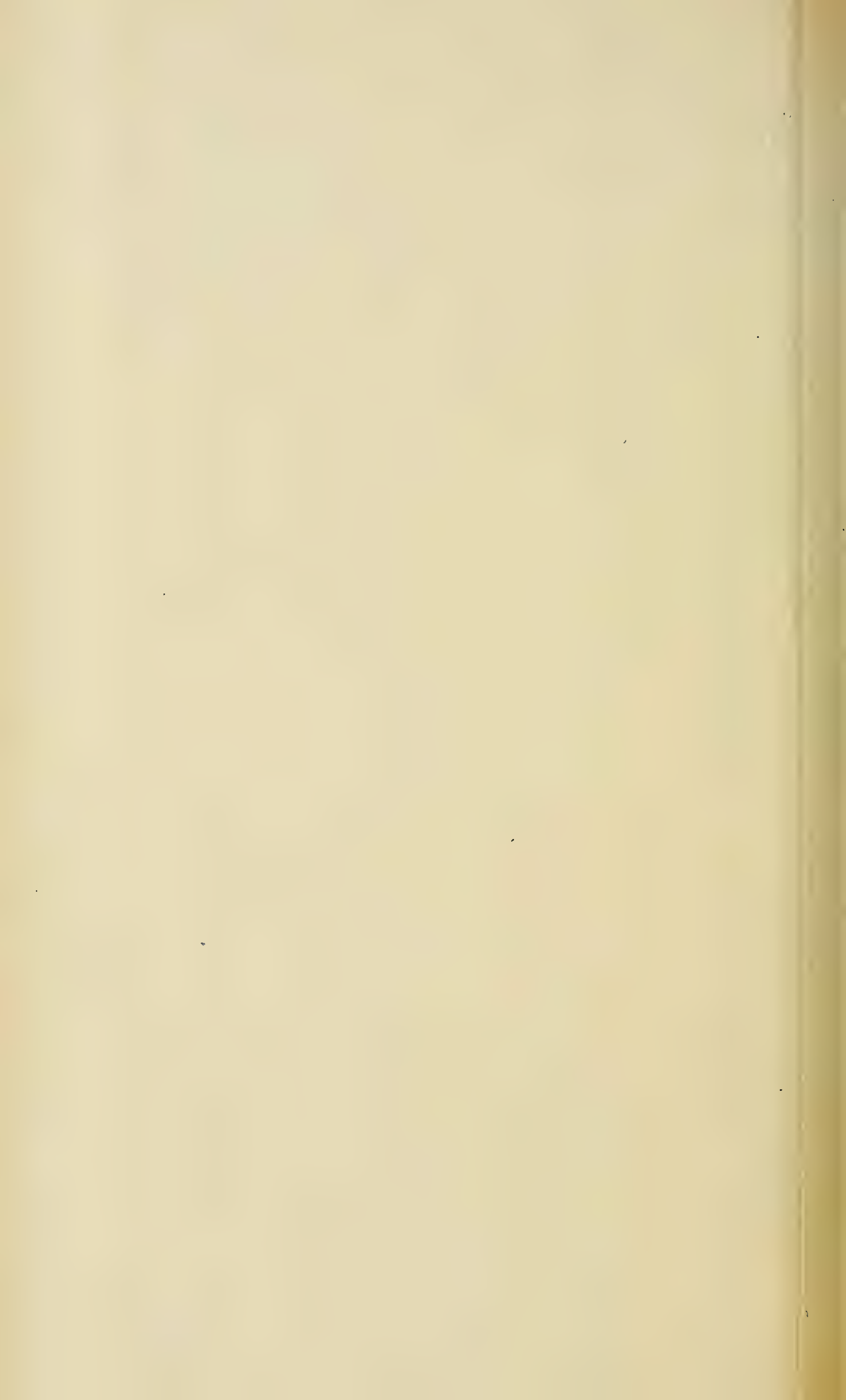
Wagenschieber

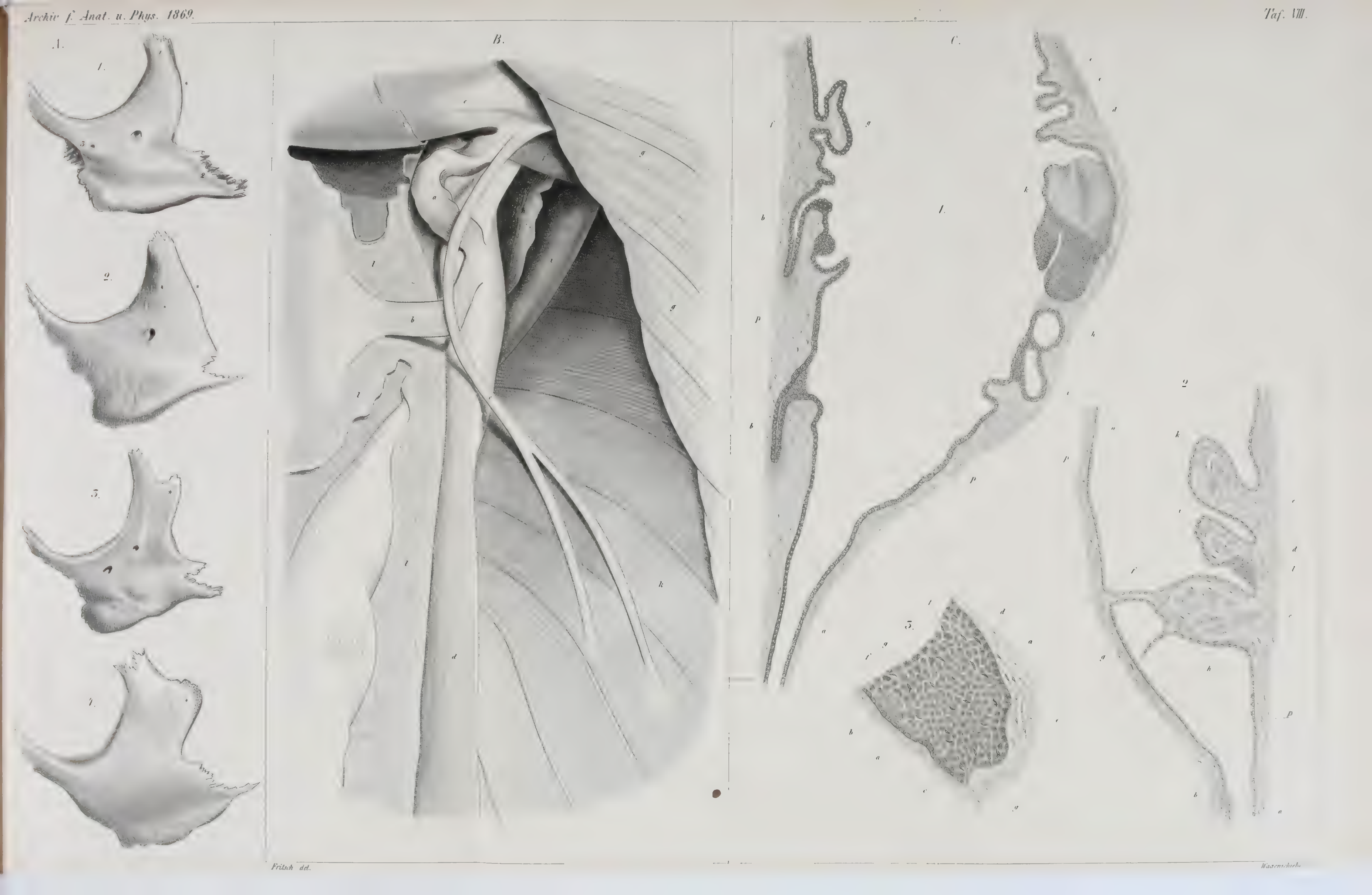








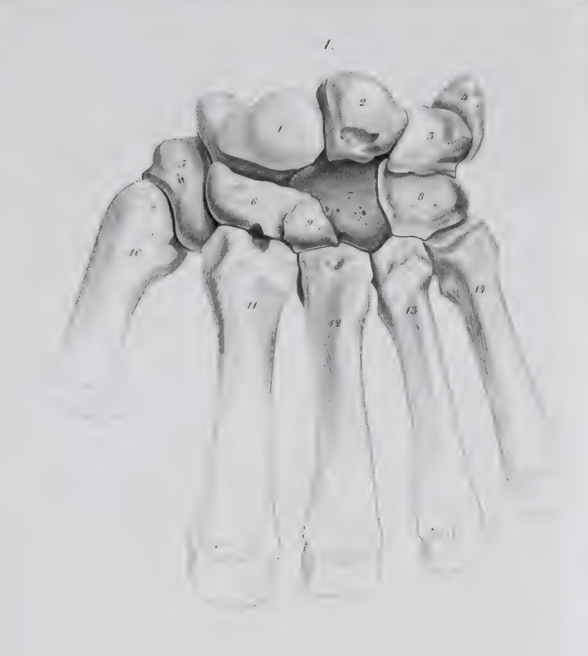


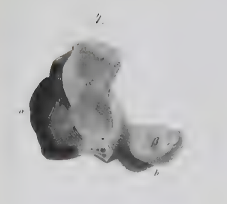

A.
B.
C.
Fritsch del.



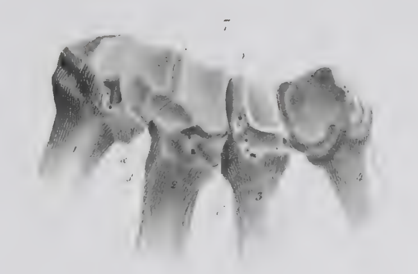


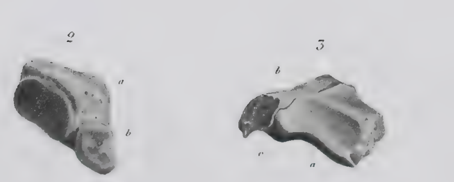




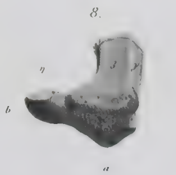


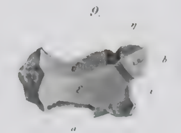




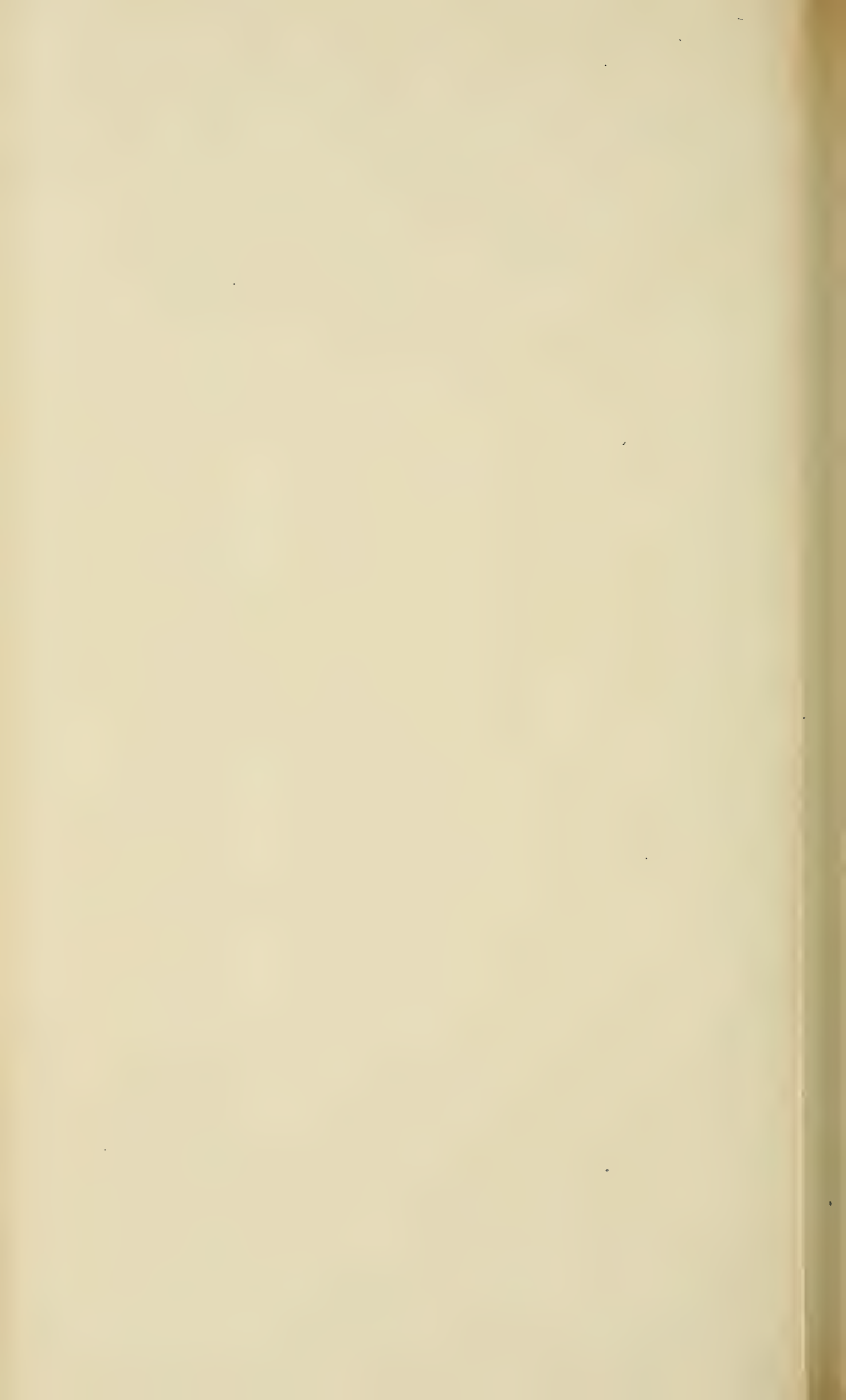


5.





Karpowicz del.





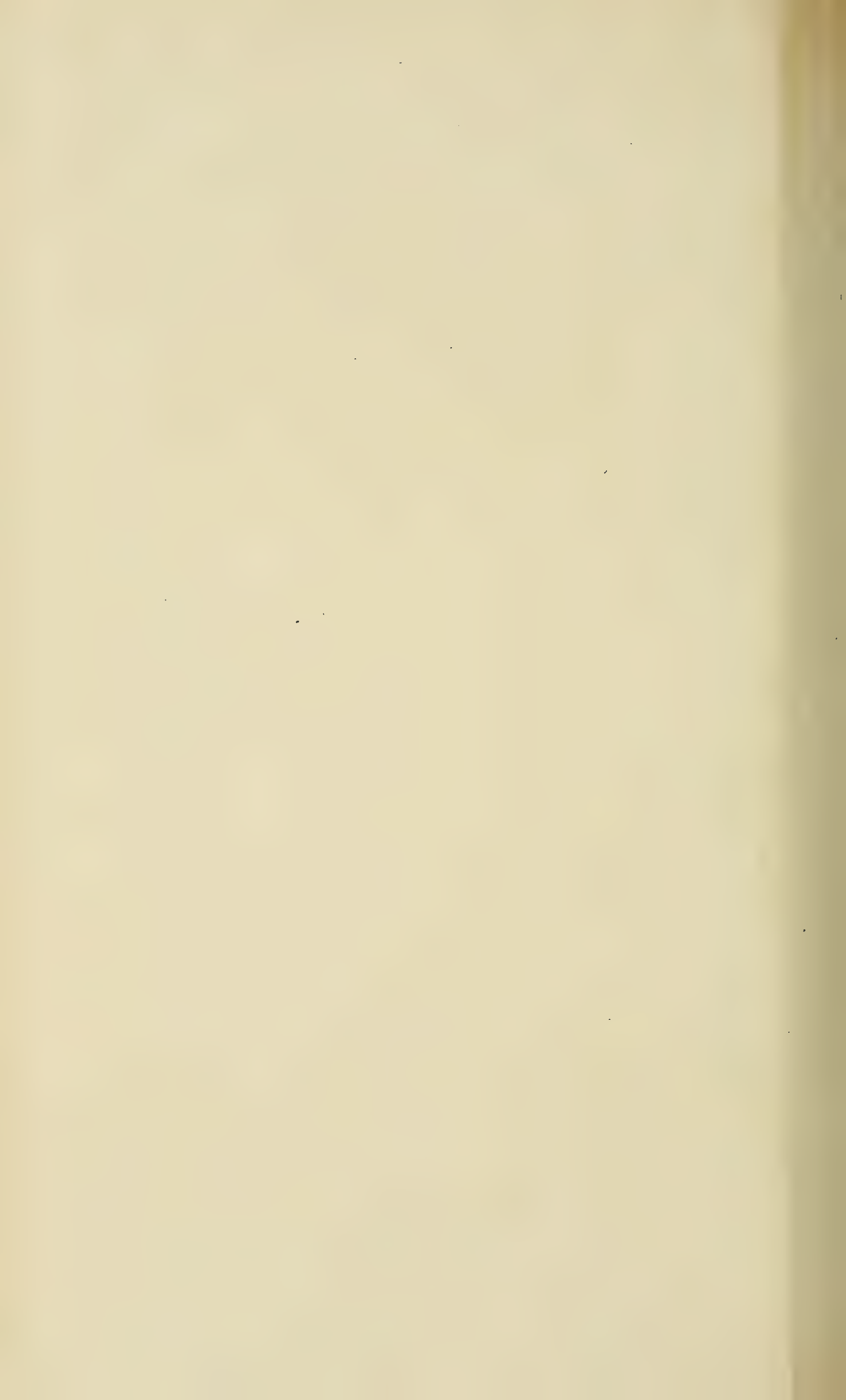


A

B

Karpowicz del.

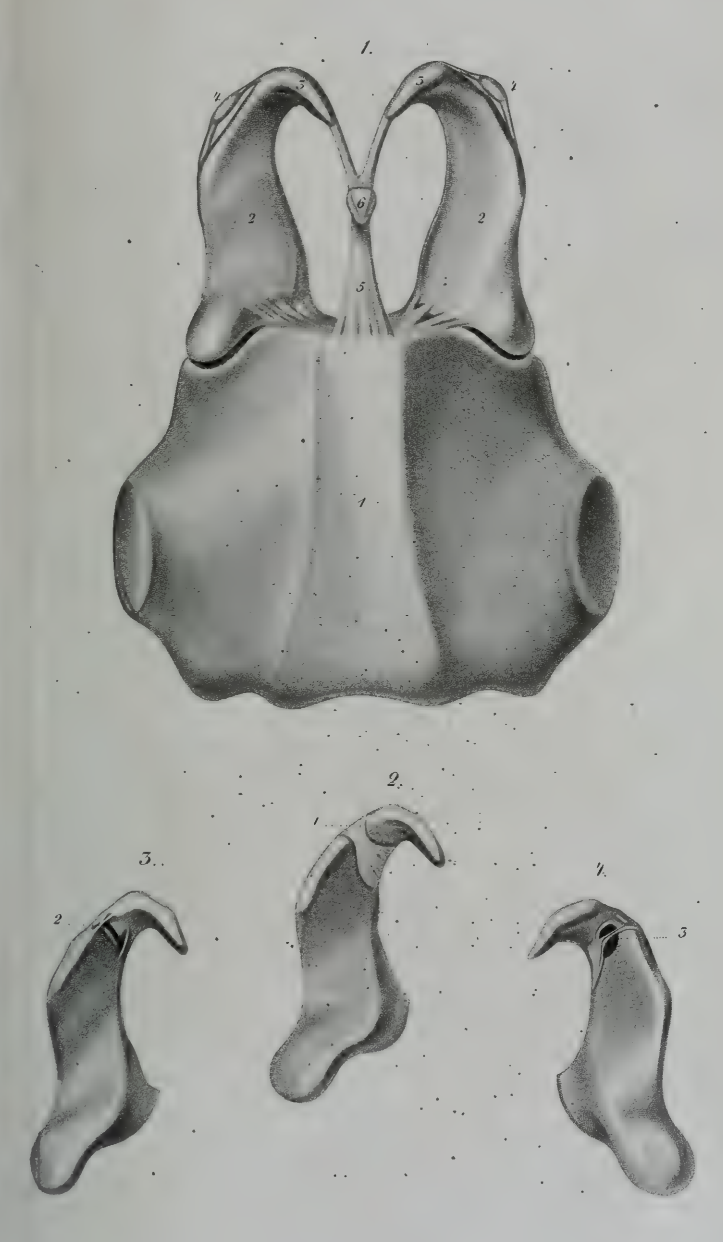
Wagenschieber sc.



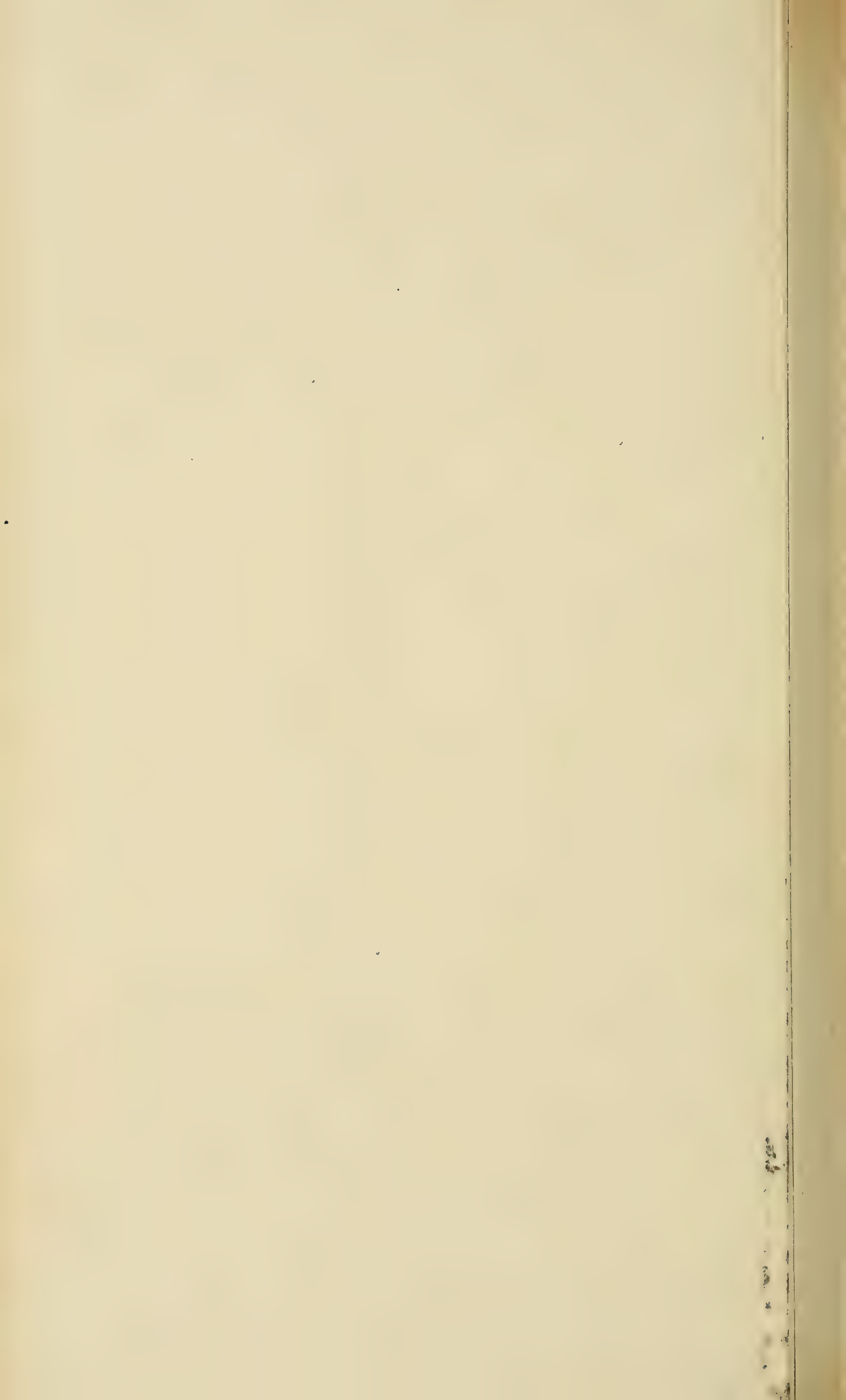




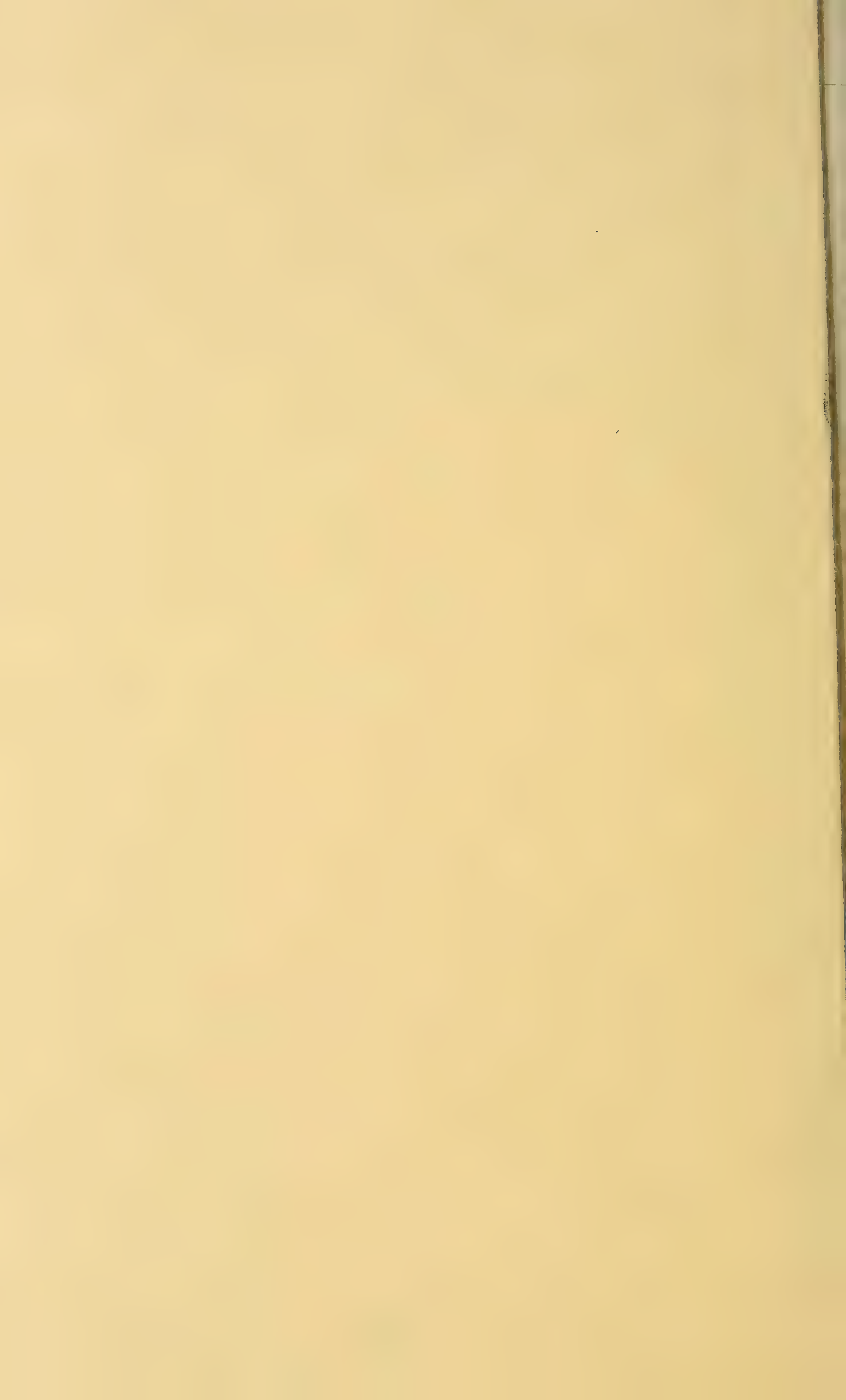
Fritze del.



Wagenschieber sc.







1. 2. 3. 4.

5. 6. 7. 8. 9.

10. 11.

12. 13. 14. 15. 16. 17.

Bidder del. Wagenschieber sc.



Reichert del. Wagenschieber sc.



A.

12.

B.

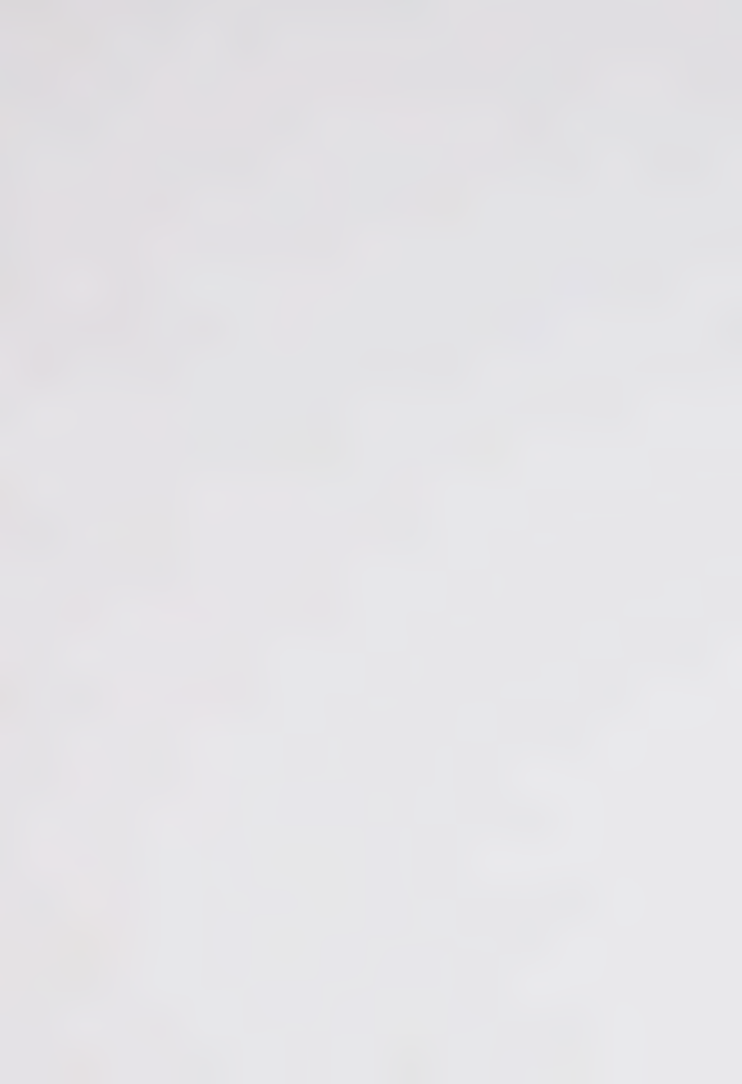
2.

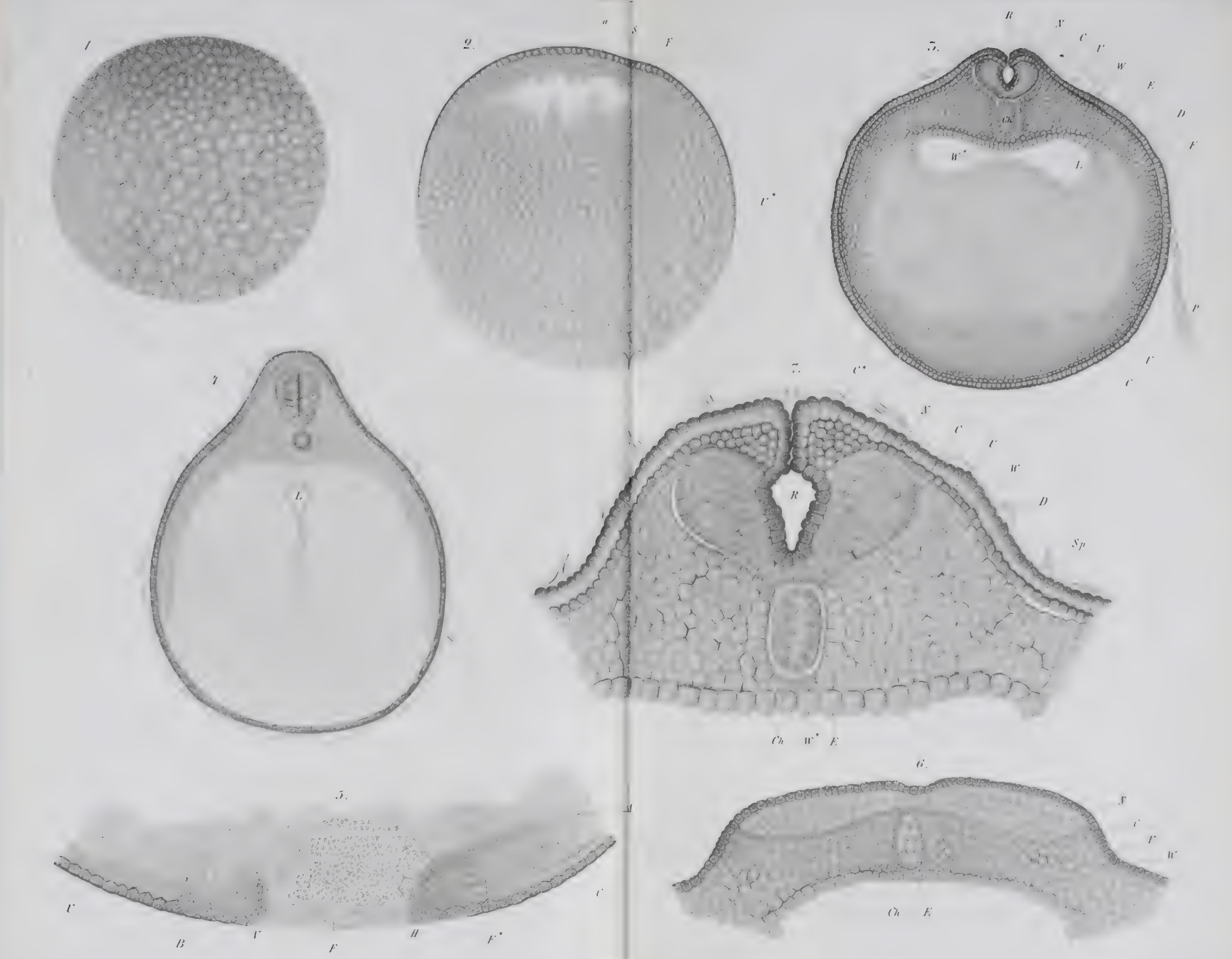
1.

5.

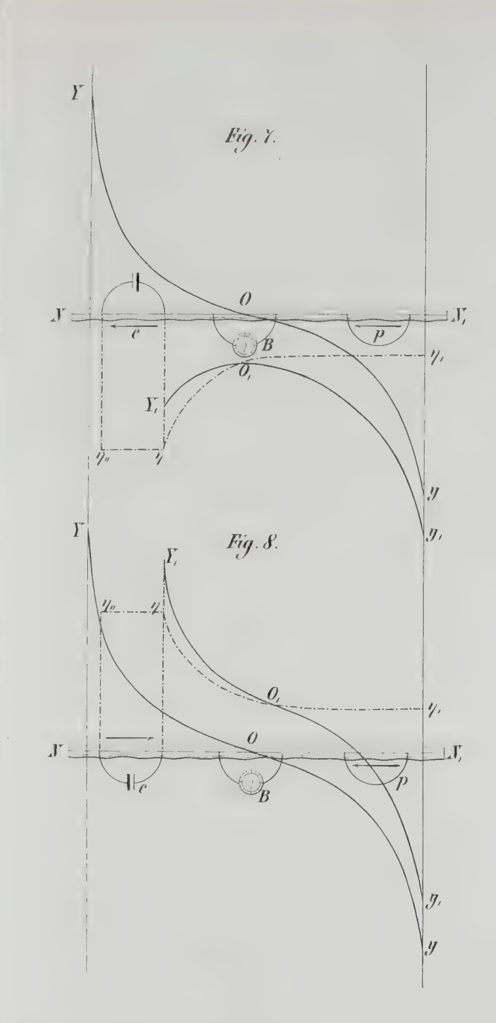
4.

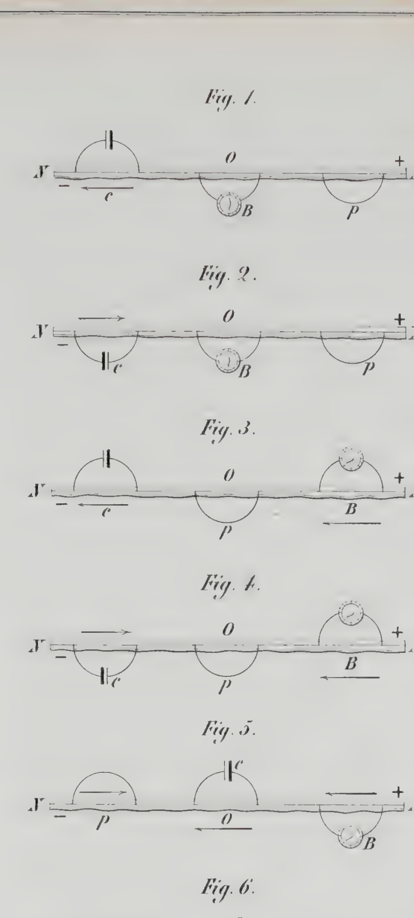
3.

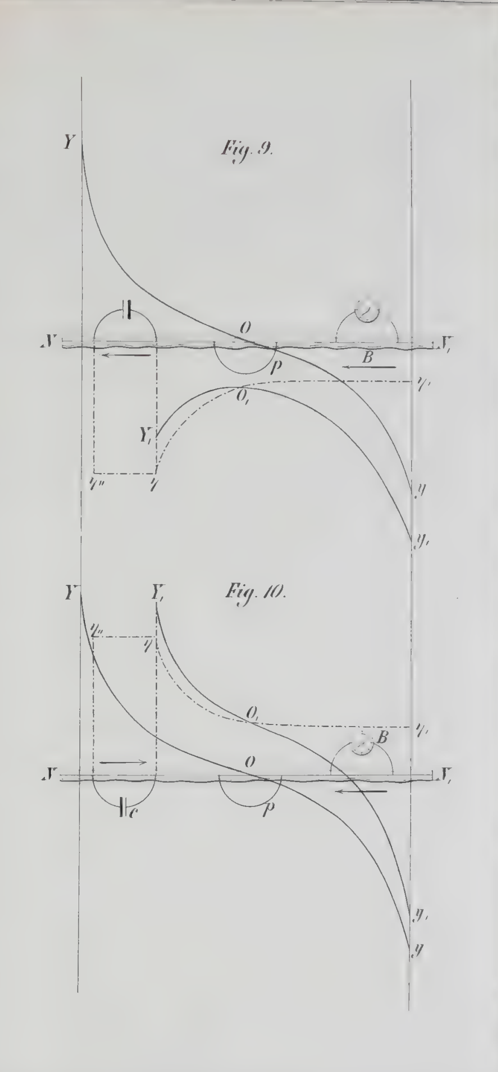






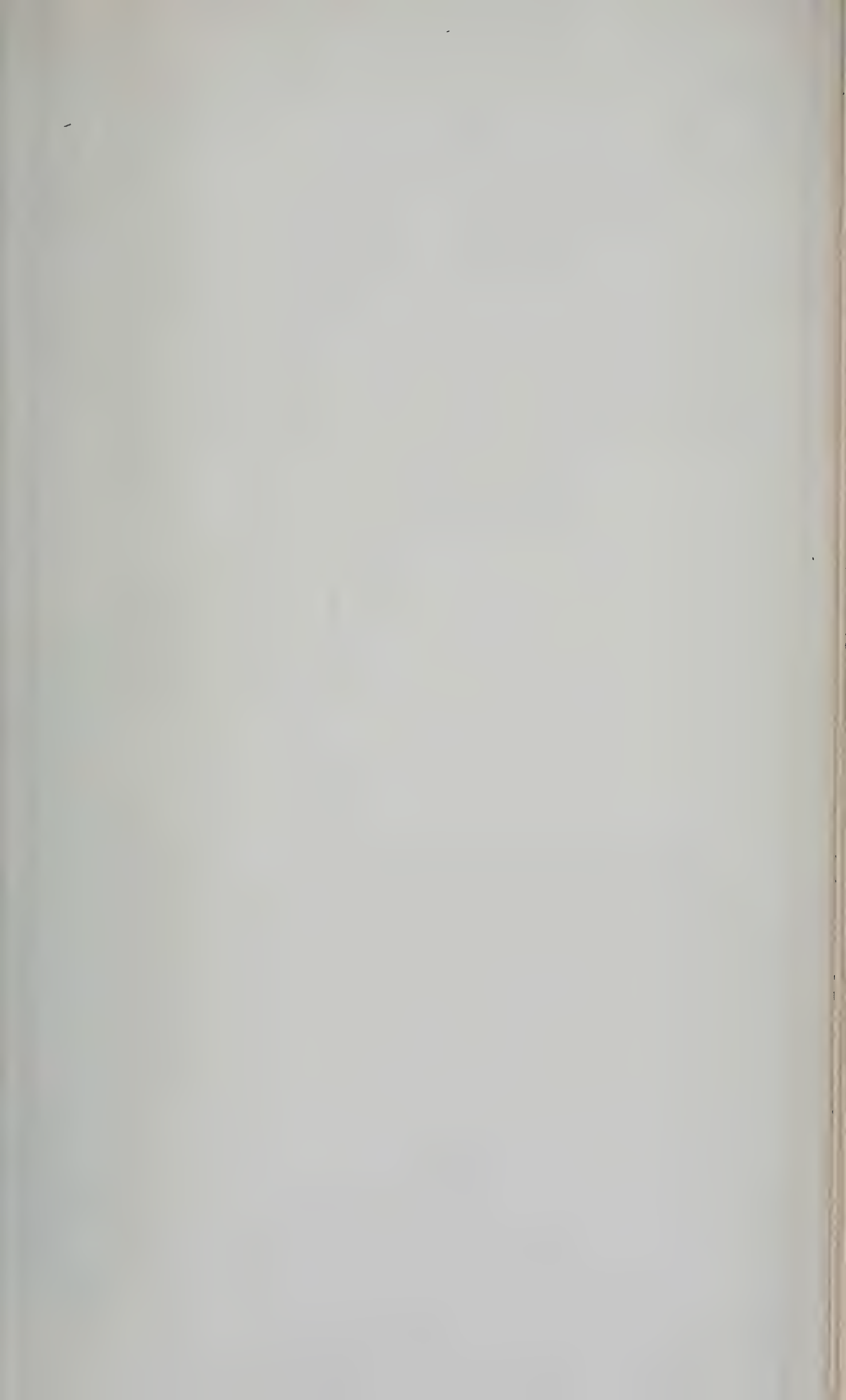




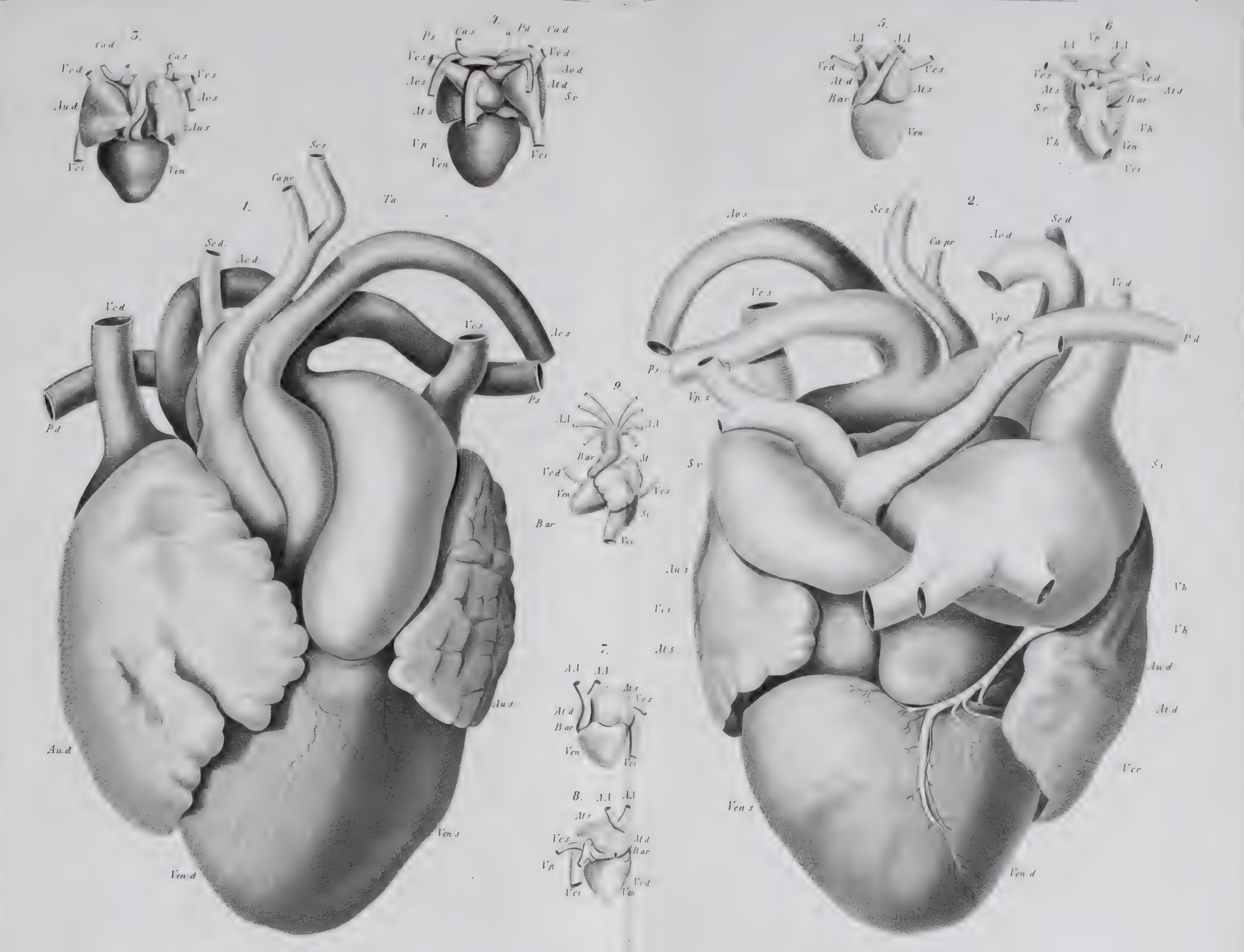


H. Roeber gez.

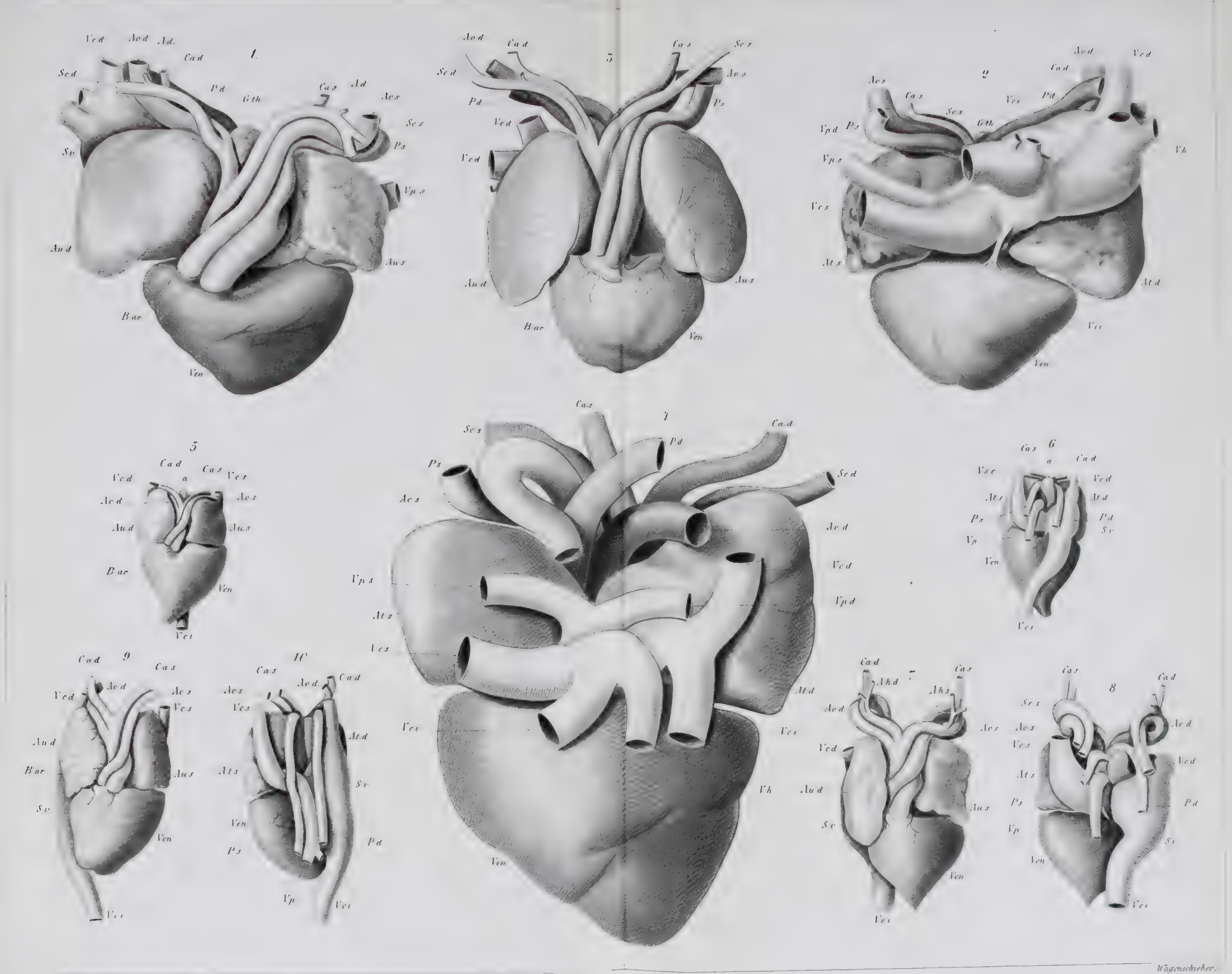










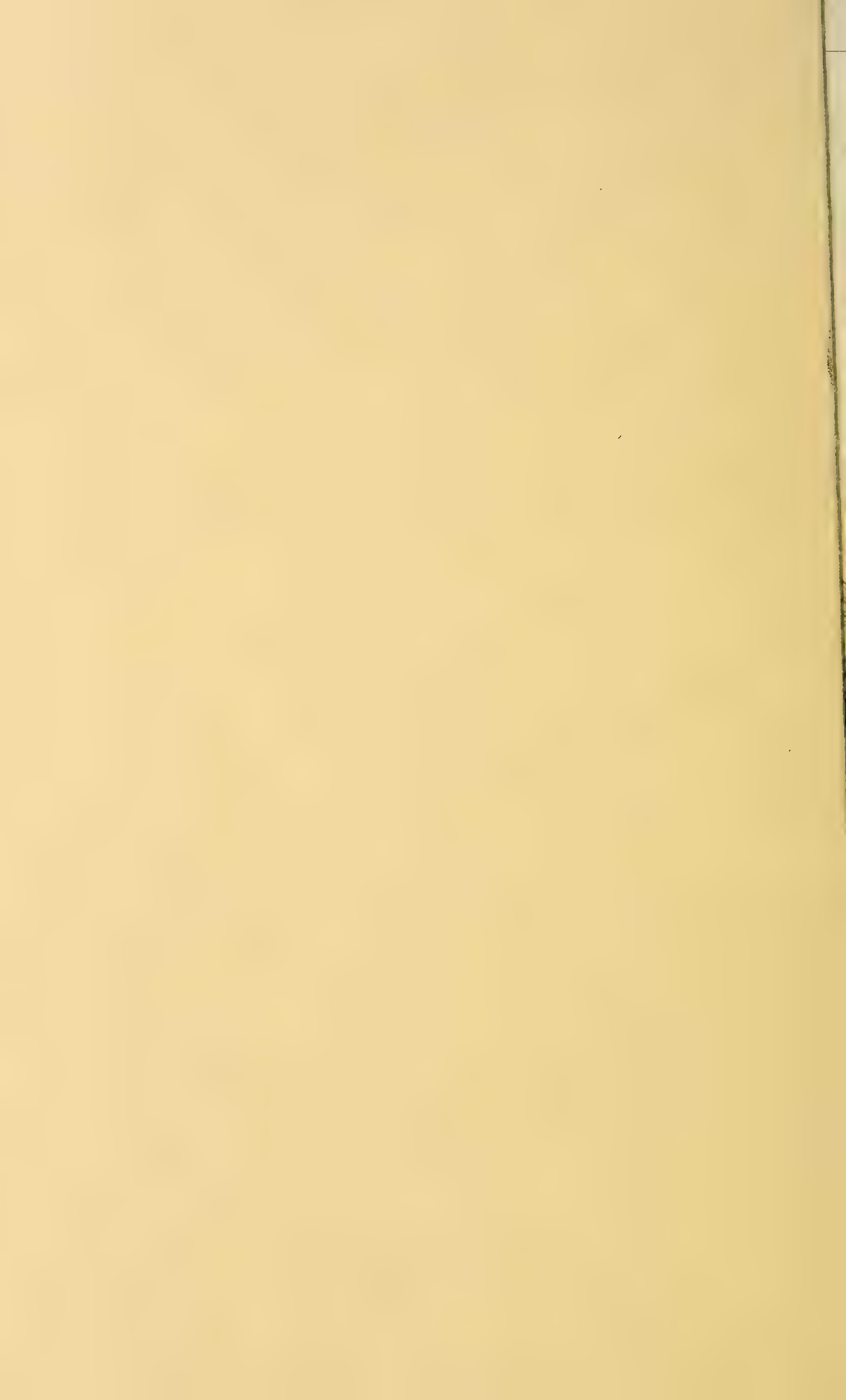


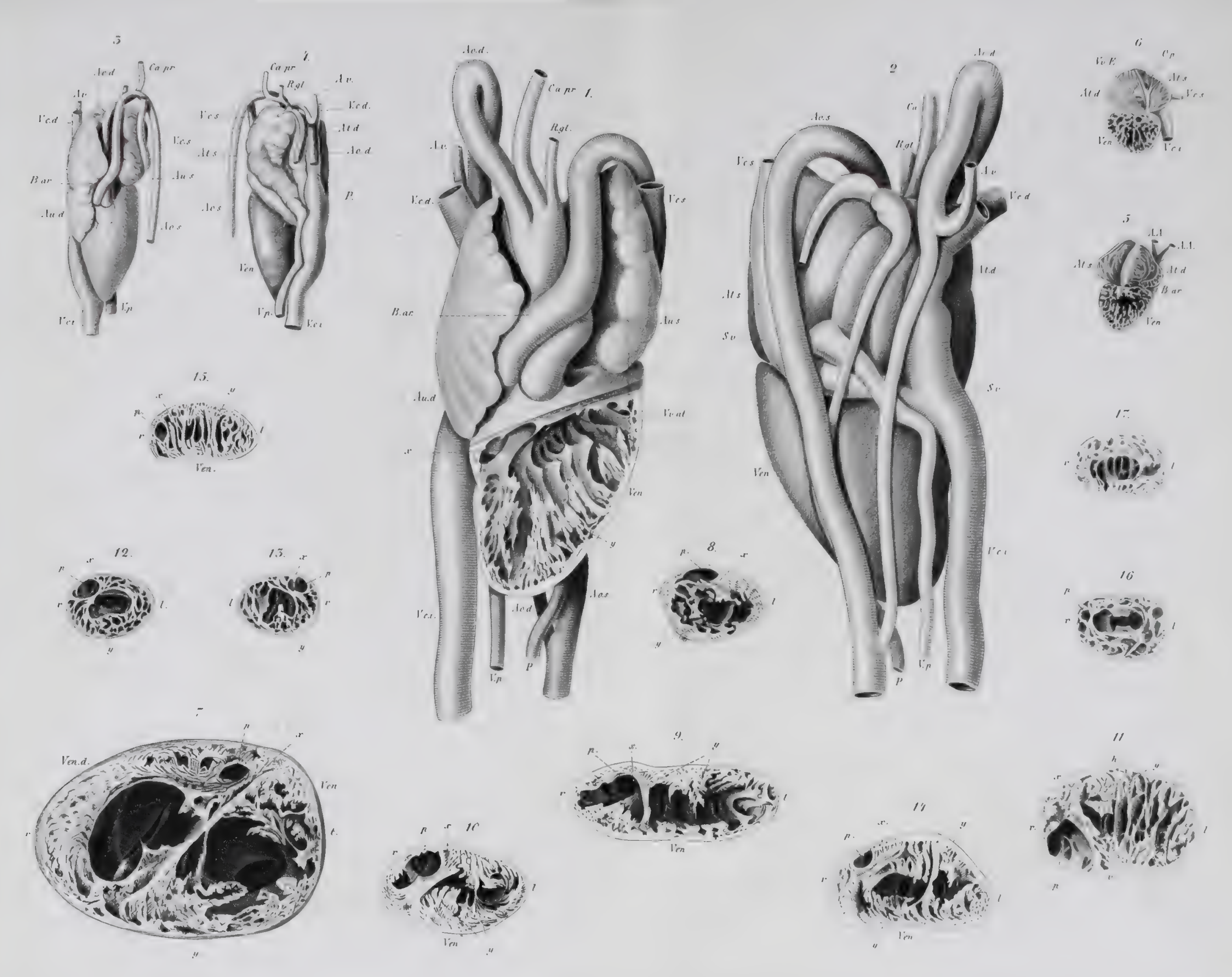
Fritsch del.

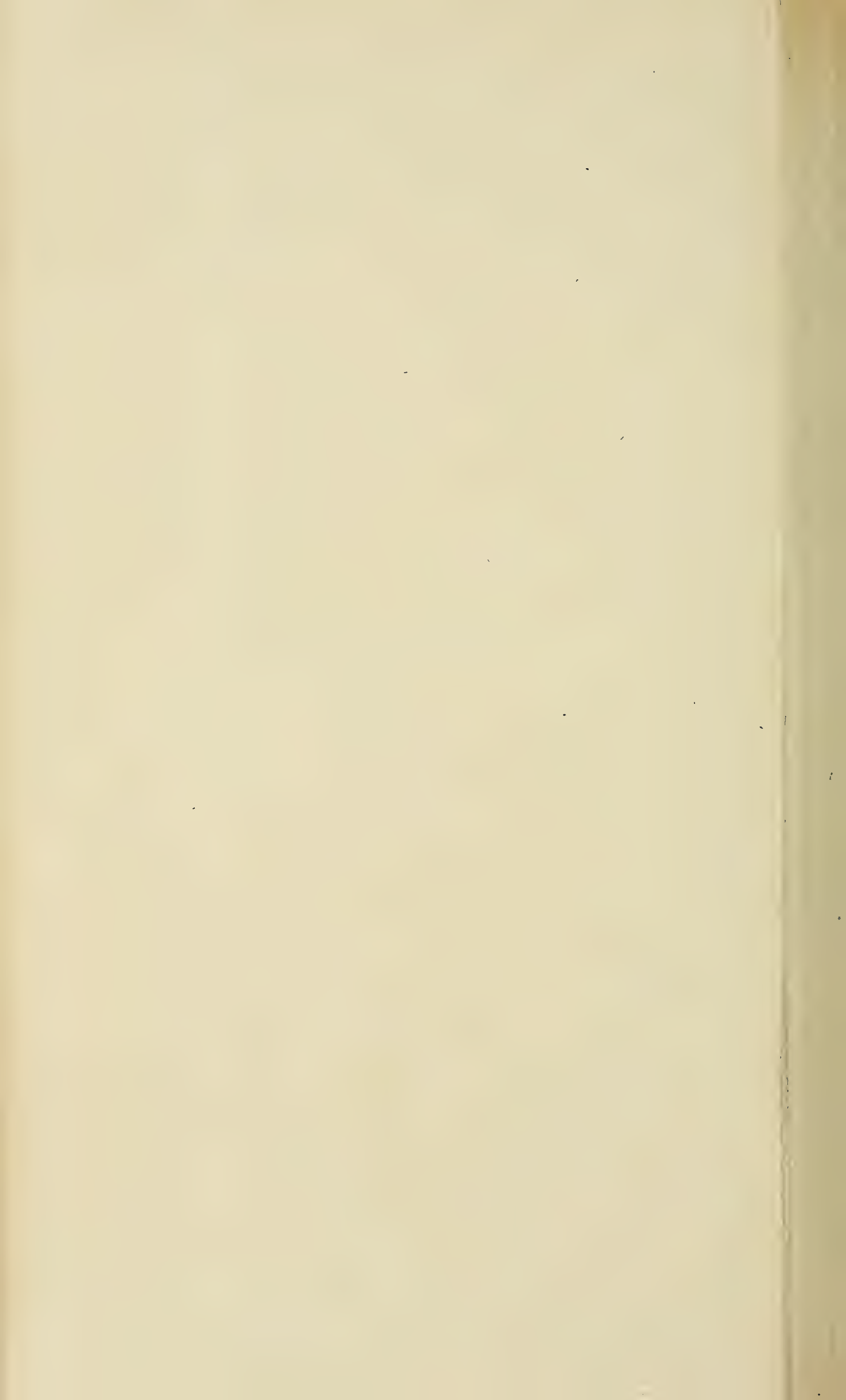
Wagenschieber s.

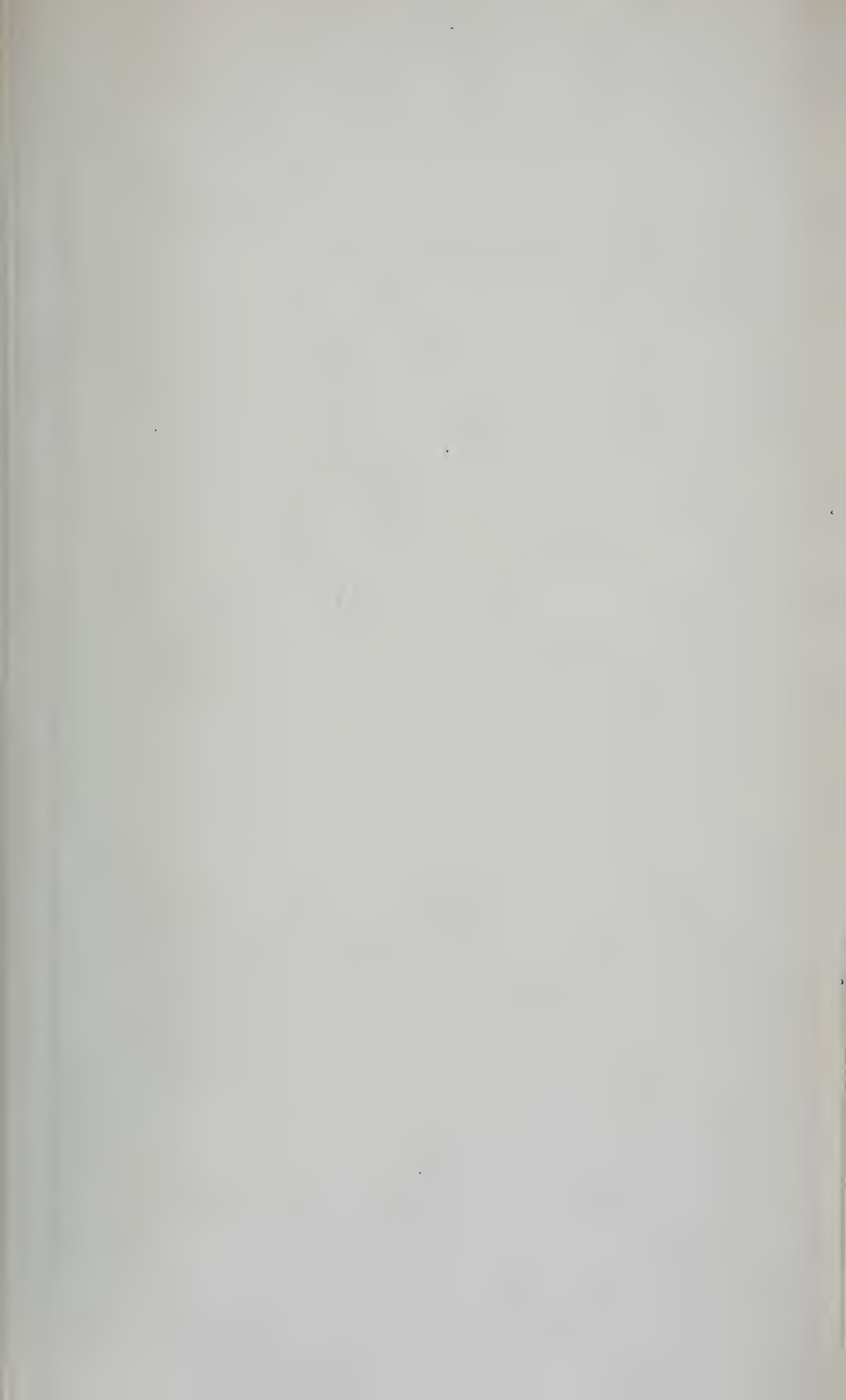




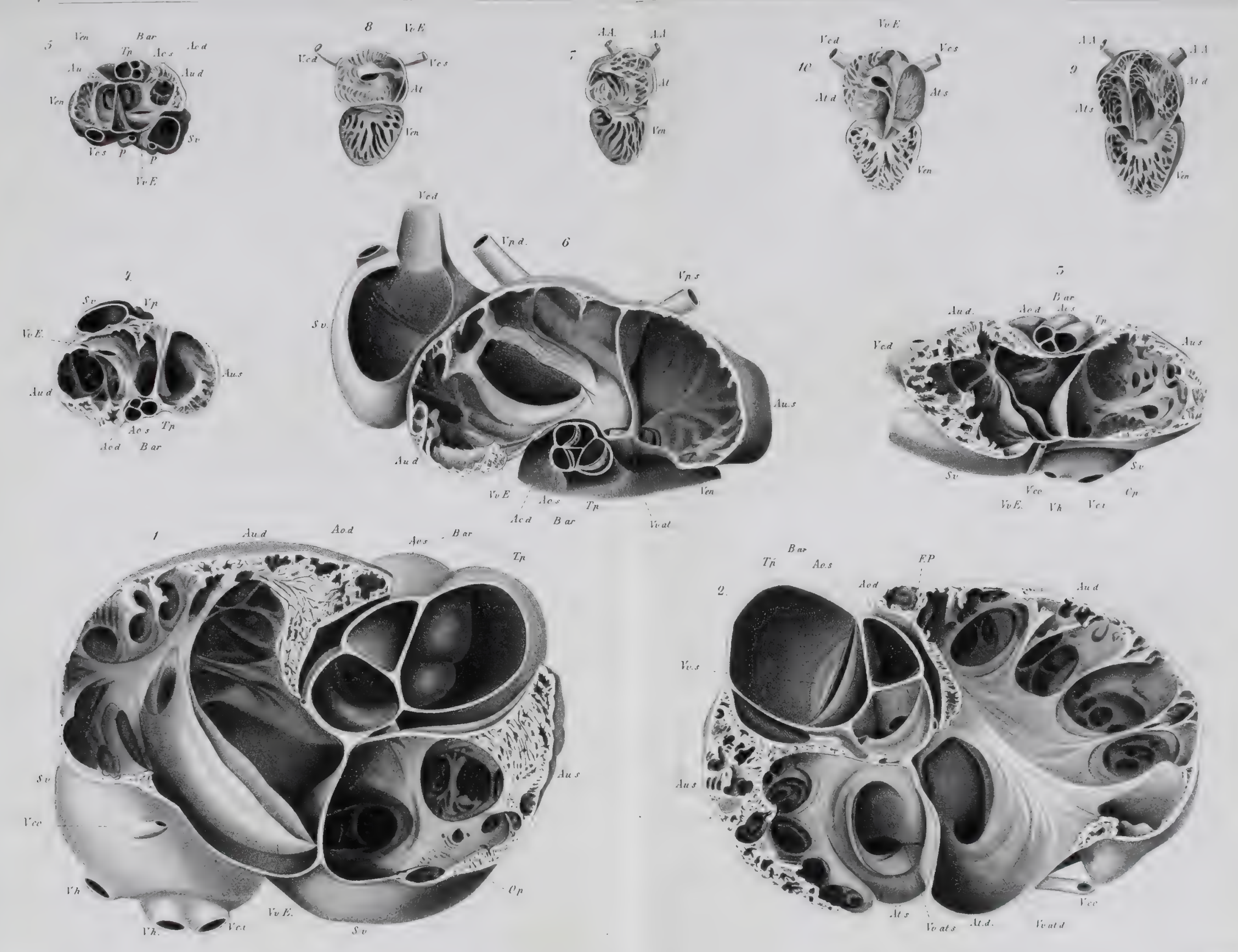


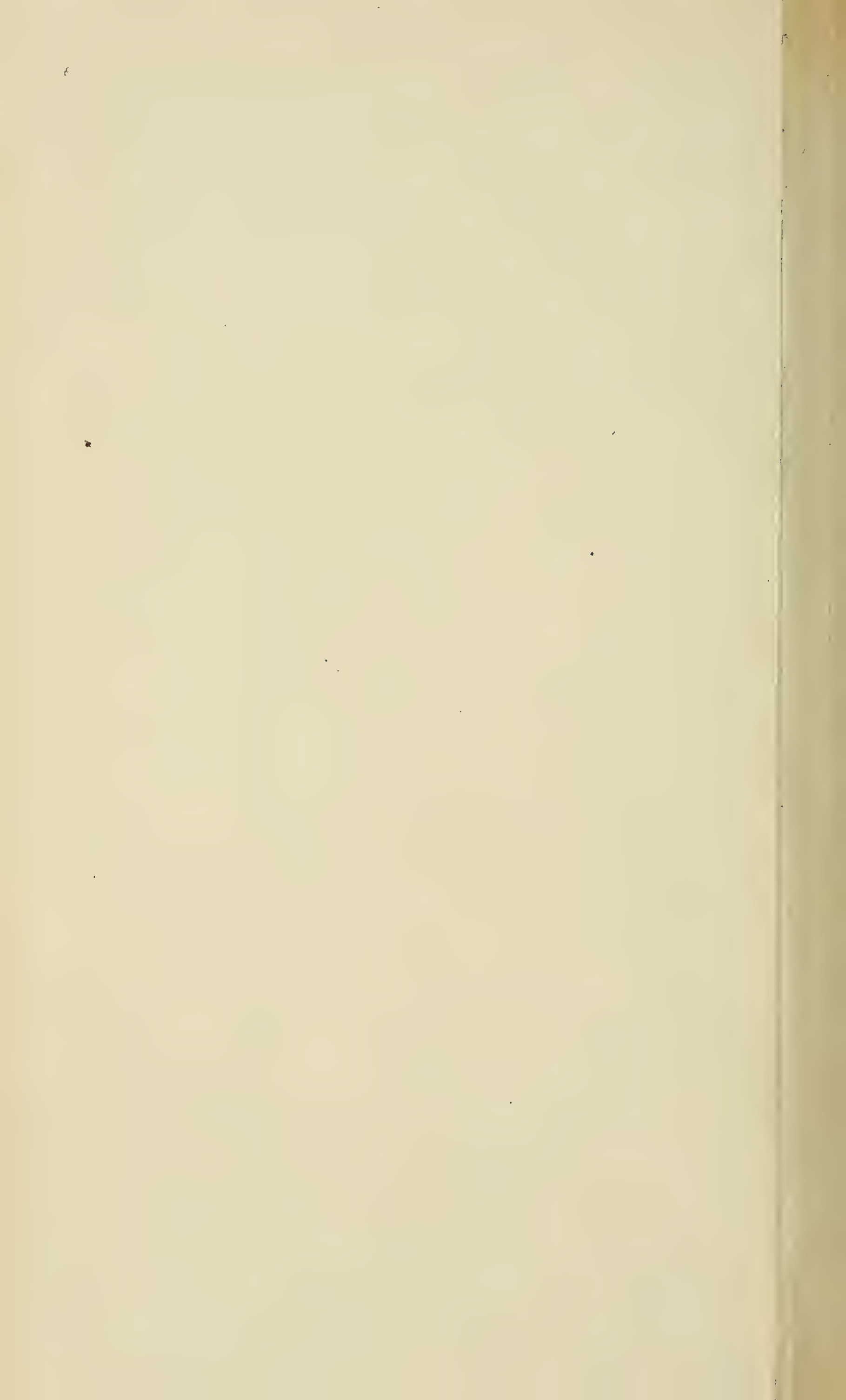


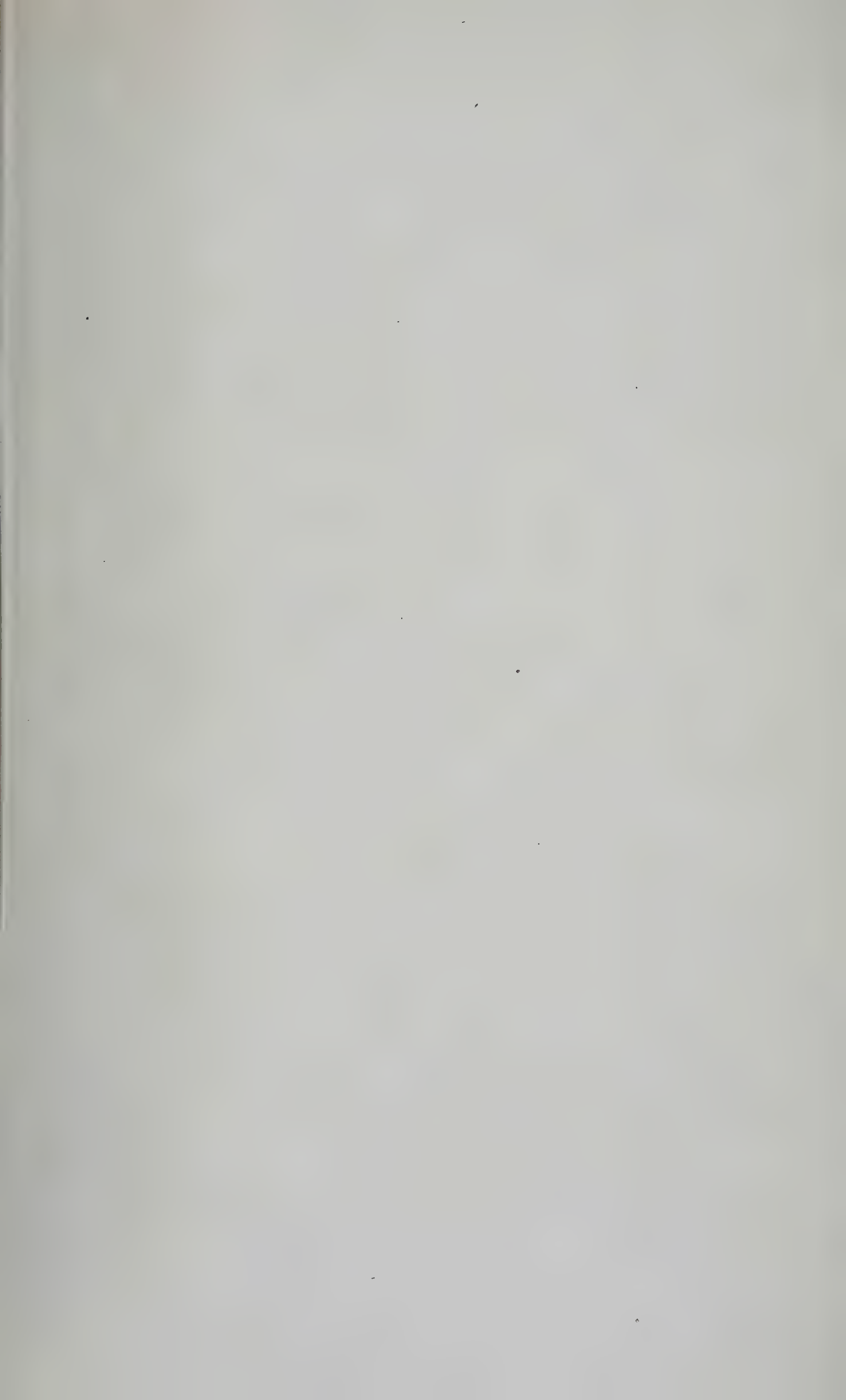







Fritsch del







LITERARISCHER ANZEIGER

zu

Reichert und Du Bois-Reymond's Archiv.

1869. No. 1.

Leipzig, Druck von Giesecke & Devrient.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

LITERARISCHER ANZEIGER

zu

Reichert und Du Bois-Reymond's Archiv.

1869. No. 3.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

LITERARISCHER ANZEIGER

zu

Reichert und Du Bois-Reymond's Archiv.

1869. No. 4.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

1869. No. 1.

ARCHIV FÜR ANATOMIE, PHYSIOLOGIE UND WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT
PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1869.
Bogen 1—8. Tafel I—IV.
HEFT I.



LEIPZIG.
VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Februar.

Inhalt des ersten Heftes.

Seite

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

1869. No. 2.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1869.

Bogen 9—17. Tafel V, VI A., VI B. u. VII.

HEFT II.



LEIPZIG.

VERLAG von VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Mai.

Inhalt des fünften Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

1869. No. 6.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1869.

Bogen 41—48. Tafel XVII., XVIII., XIX. u. XX.

HEFT VI.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Februar 1870.

Inhalt des sechsten Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

